1/1/56
E&A

岡 山 大 學

農學部學術報告

第 7 号

SCIENTIFIC REPORTS
OF THE
FACULTY OF AGRICULTURE
OKAYAMA UNIVERSITY

No. 7

昭和30年9月
SEPTEMBER 1955

岡山大学農学部発行

PUBLISHED BY THE FACULTY OF AGRICULTURE
OKAYAMA UNIVERSITY, OKAYAMA, JAPAN

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/scientific-reports-faculty-of-agriculture-okayama-uni_1955-09_30_7

目　　次

池　田　長　守
宇　渡　清　六：薄荷の育種学的研究　第5報……1

日本薄荷と *M. spicata* L.（pilose form）との F_1 の細胞遺伝学的研究

下　瀬　　昇：干拓地における作物の生理化学的研究……8

第2報　小麦に対する燐酸施肥の影響

和　田　　宏
湯　原　正　高：反芻家畜の Relaxin に関する研究……13

（2）妊娠及び分娩後の和牛の血清中に於ける Relaxin の含量

和　田　　宏
湯　原　正　高：反芻家畜の Relaxin に関する研究……22

（3）牛の血清中に於ける Relaxin 含量と Arginine の濃度

安　田　　勲：二，三観賞花卉種子の発芽試験について……31

小　泉　憲　治：ジャガイモガ *Gnorimoschema operculella* (Zeller). の
発育に及ぼす恒温の影響……36

Contents

IKEDA, N. and S. UDO :
Studies of Mint Breeding. V 1
Cytogenetical studies on the F_1 hybrids which involve *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. and *M. spicata* L. (pilose form).

SHIMOSE, N. :
Physical and Chemical Studies on the Growth of Crops grown on the Polder Soils. 8
II. Effects of Phosphate on Wheat Plants grown on the Halogenetic Polder Soils.

WADA, H. and M. YUHARA :
Studies on the Relaxin in Ruminants. 13
(2) Relaxin content of the blood serum of pregnant and postpartum cows of the Japanese Black breed of cattle.

WADA, H. and M. YUHARA :
Studies on the Relaxin in Ruminants. 22
(3) Relaxin content and concentration of arginine in the blood serum of cow.

YASUDA, I. :
On the Germination Tests of Some Flower Seeds. 31

KOIZUMI, K. :
Effect of Constant Temperature upon the Development of the Potato Tuber Moth, *Gnorimoschema operculella* (ZELLER). 36

薄荷の育種学的研究 第5報

日本薄荷と *M. spicata* L. (pilose form) との F_1 の細胞遺伝学的研究 *

池 田 長 守・宇 渡 清 六

Studies of Mint Breeding V

Cytogenetical studies on the F_1 hybrids which involve *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. and *M. spicata* L. (pilose form)

Nagamori IKEDA and Seiroku UDO

To investigate the phylogenetic relationships between *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. (Japanese mint) and *M. spicata* L. (pilose form), cytogenetical studies have been made about F_1 hybrids of the two species of *Mentha*.

In 1954, six lines of F_1 hybrids were raised. They were all vigorous growers, and characters of them were intermediate morphologically between parents, as previously reported in the case of F_1 between *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. and *M. spicata* L. var. *crispa* BENTH.

In all the F_1 lines, anthers became atrophied and no fertile pollen was found in the pollen sac. But the percentage of seeds set by means of open pollination was 0~1.28% and that by means of back cross to parents was 0~0.6 %. The seeds thus obtained, germinated though in small percentage.

The number of chromosomes of each F_1 was found to be 72 when examined in root-tip cells. This is the sum of the numbers of chromosomes which are found at the first metaphase of the pollen mother cells in the parents, since the haploid chromosome number in *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. is 48, and that in *M. spicata* L. (pilose form), 24.

At the first metaphase of the pollen mother cells in F_1, 12~21 bivalent chromosomes were found, the mode being 16. The rest of the chromosomes were all univalents. Pollen tetrad showed a tendency to divide into 4~8 microspores.

As previously reported, polyploidy is found in *Mentha*, basic number being 12. And *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. has four sets of genomes and *M. spicata* L. (pilose form), two sets of them in gametes. And there is reason to suppose that each of the parents is allopolyploid species. So autosyndesis will not exist and gemini which appear at the first metaphase of the pollen mother cells in F_1 are supposed to be allosyndesis.

From the present cytogenetical studies of F_1, the authors presume that, of two genomes of *M. spicata* L. (pilose form), one is completely homologous and the other is partially homologous respectively to the ones of *M. arvensis* L. var *piperascens* MAL.

---

* 本研究の要旨は昭和30年４月，日本育種学会第８回講演会において発表

I　緒　　　言

薄荷育種の基礎として，薄荷属種間の類縁関係を知り，又育種素材育成の目的をもつて，筆者等は先に日本薄荷とオランダハッカとの間の種間雑種 F_1 を育成し，その形態的，生理的諸性質並びに核学的観察の結果を報告した[5]．更に本報においては，日本薄荷と *M. spicata* との間の種間雑種 F_1 に就いて報告する．

本研究にあたり，元京都大学教授香川冬夫博士，岡山大学理学部大倉永治教授には，懇切なる御教示，有益なる御助言を賜わつた．又実験材料は農林省農業技術研究所西村米八技官より供与された．尚研究費の一部は文部省科学研究助成補助金によつた．こゝに各位の御好意に対して深甚の謝意を表する．

II　実験材料及び方法

本実験の交雑は西村技官によつて行われ，実験材料が筆者等の研究室へ譲渡された顛末は既報[5]の如くである．取扱つたのは日本薄荷（*M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL.）を母とし，*M. spicata* L. を父とした F_1 6系統であつて，両親の起源及びその F_1 との関係は次の如くである．

〔1〕*　　交雑親，*M. spicata* L.(pilose form) 本種は岡山県立農業試験場倉敷分場の見本園で10数年来栽培されている系統である．元来 *M. spicvta* L. は無毛と記載[1]されているが，本系統は有毛であつて，種名について多少の疑問があるが，茲では仮に pilose form として，此の学名をもつて呼ぶことゝする．

〔82〕〔83〕　F_1　〔93〕×〔1〕

〔84〕〔85〕　F_1　〔96〕×〔1〕

〔86〕　F_1　〔95〕×〔1〕

〔90〕　F_1　〔94〕×〔1〕

〔93〕〔94〕　交雑親，日本薄荷，共に品種「赤茎」の自殖実生．

〔95〕　交雑親，日本薄荷，品種間雑種（白花×青茎）の F_1，本系統は昭和28年枯死．

〔96〕　交雑親，日本薄荷，品種間雑種（白花×赤茎）の F_1，本系統は昭和28年枯死．

体細胞染色体の観察は根端細胞により，又減数分裂の観察は花粉母細胞によつた．而して何れにおいても前報[5]と同様の固定，観察法を用いた．

III　観　察　結　果

(1)　営　養　器　官

F_1 は系統間で外部形態的に多少の差異（例えば花色,* 茎葉の棘毛の量** 等において）が認められるが，概して中間且，斉一で，前報[5]の日本薄荷×オランダハッカの場合と同様，F_1 系統間の変異は顕著でない．而して外部形態的に最興味深いのは花序の形である．日本薄荷は無穂（第1図），*spicata* は長大な穂を作る（第2図）．F_1 は基部の花房は葉腋から腋出しており，日本薄荷の花序に似ているが，末端に進むに従つて，葉は漸次小さくなり，遂に線状の苞となつて，梢端は穂状に終り，*spicata* 親の花序に類似する（第3,4図）．

*〔 〕内の番号は本研究室登録系統番号

* *spicata* 親は白色，日本薄荷親は淡紫色，F_1 は中間の極淡紫色の系統から，白色に近い系統まである．

** *spicata* 親では茎及び葉の裏面に密生，葉の表面には散生している．日本薄荷親では，茎の生長点の近くでは密生しているが，葉裏では葉脈に沿つて散生し，葉の表面では一層少い．F_1 は両者の中間で，日本薄荷親に近いものから *spicata* 親に近いものまで種々の段階が見られる．

（2）　生育，開花その他

F_1 は何れの系統もヘテローシスを示し旺盛な発育を遂げ，一般に草丈は両親より一層長大となる．従つて生殖生長えの転換も若干遅れ，例年開花は両親のいずれよりも晩い（第1表）．但〔86〕のみは例外的に矮性である．F_1 には日本薄荷特有の芳香は現われて来ず *spicata* 親のそれに近い．繁殖茎の性状は両親の中間，半地上性で，前報[5]日本薄荷×オランダハッカの F_1 の繁殖茎と同様である．

Table 1. Some characters of parental species and F_1's

Line no.	Species	Plant height in cm	Date of flowering
93	*M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL.	85.7	28, July
94	〃	83.7	26, July
82	F_1 *arvensis* × *spicata*	118.5	2, Aug.
83		106.5	28, July
84		119.2	2, Aug.
85		132.3	2, Aug.
86		64.5	4, Aug.
90		105.1	2, Aug.
1	*M. spicata* L. (pilose form)	90.1	28, July

Note : Observed in 1954.

（3）　生殖器官

両親は何れも雄蕊は完全であり，葯中の花粉の80%以上は醋酸カーミンに染まる稔性花粉である．結実率は日本薄荷は約45%，*spicata* は約 76 %であつて，完全とはいえないが，之は本属の他種に比べて決して劣つていない（第 2,3,4 表）．

F_1 は何れの系統でも花絲の伸びが悪く，葯は花冠中にとゞまり，白色乃至黄褐色で，萎縮していて所謂不完全葯である．この葯の中には，小さい，円板状の，内容空虚の花粉があつて，之は醋酸カーミンに染まらない不稔花粉である．1955年の夏〔85〕において例外的に花絲の伸びた雄蕊を若干見た．但葯は通常の様に紫色でなく，白色で，自然状態では裂開しないのが普通である．この中には他の不完全葯の様に多量の不稔花粉があるが，しばしば数個乃至数十個の稔性花粉（醋酸カーミンに染まる）が見られた．この様に稀に稔性花粉も生じ，之が放任で種子の生ずる原因となるのであろう．実際放任した場合，F_1 は平均 0.5 %の結実率を示した．中には 1 %以上に達する系統もあつた．この結実率は前報[5]の日本薄荷×オランダハッカの F_1 が例外の1系統を除いて殆んど結実しないのに比べて高いと

Table 2. Frequency of completely developed anthers

Line no.	No. of completely developed anthers in one flower					Total		% of completely developed anthers
	0	1	2	3	4	Anthers	Flowers	
93	0	0	0	2	94	382	96	99.48
94	3	4	4	14	120	534	145	92.07
Each F_1	no anther, completely developed							0.00
1	2	0	3	6	97	412	108	95.37

Note : Calculated in the 1st week of August, 1954.

Table 3. Pollen fertility determined by acetocarmine staining

Line no.	No. of pollens			Pollen fertility %
	Fertile	Sterile	Total	
93	242	61	303	79.87
94	186	39	225	82.67
Each F_1	no fertile pollen found			0.00
1	137	11	148	92.57

言える．又F_1を両親に戻交雑した場合，取扱つた花の数は少かつたが結実を見る事はわかつた．而も此等の種子は発芽能力をもつている（第2,3,4,5,6表）

（４）細胞学的観察

F_1の体細胞染色体数はいずれの系統においても72であつた．両親の成熟分裂の際には２価染色体が，日本薄荷*では48（第３報），*M. spicata***では24見られる．従つてF_1の2n＝72はその和に等しい．

F_1の成熟分裂は〔83〕，〔90〕の両系統について調べた．その結果は第７表に示す如くであつて，２価染色体の出現頻度は12乃至21（モードは16），両系統において差は見られなかつた．

花粉４分子の異常は両親では極僅であるのに，F_1では多く，5～8分胞子のものが多く見られた（第８表）．その結果外観正常な花粉４分子は両F_1系統で夫々19%及び41%に過ぎなかつた．併し前述の如くこれ等４分子は完全な花粉にまで発達することは出来ない．

Table 4. Percentage of seeds set by means of open pollination

Line no.		No. of flowers tested	No. of seeds acquired	% of seeds set
P	93	506	959	47.38
	94	100	179	44.75
F_1	82	588	2	0.09
	83	527	27	1.28
	84	579	10	0.43
	85	614	23	0.94
	86	508	0	0.00
	90	544	5	0.23
P	1	505	1535	75.99

Note : $\% \text{ of seeds set} = \frac{\text{no. of seeds acquired}}{4 \times \text{no. of flowers tested}}$ as one flower contains 4 ovules.

Table 5. Percentage of seeds set by means of back cross to parents

Line no.	Back cross	No. of flowers tested	No. of seeds acquired	% of seeds set
83	to *arvensis*	49	0	0.00
90		42	1	0.60
83	to *spicata*	140	3	0.54
90		19	0	0.00

Table 6. Germination percentage of F_1 seeds

Method of pollination	Line no.	No. of germinated seeds	No. of seeds placed on bed	Germination %
open pollination	82	0	2	0.0
	83	5	27	18.5
	85	4	23	17.4
	90	0	5	0.0
	92*	2	20	10.0
back cross to *spicata*	83	0	3	0.0
back cross to *arvensis*	90	1	1	100.0

Note : nos. germinated during 16 days after the seeds are placed on bed.
* F_1 line bet. *M. arvensis* var. *piperascens* and *M. spicata* var. *crispa*.

Ⅲ 考察

薄荷属の種間には12を基本染色体数とする倍

* 体細胞染色体数は96（第１報）
** 体細胞染色体数は48（第２報）

Table 7. Chromosome configurations at MI of PMC's in F_1 lines.

	F_1 lines \ Type	$12_{II}+48_{I}$	$13_{II}+46_{I}$	$14_{II}+44_{I}$	$15_{II}+42_{I}$	$16_{II}+40_{I}$	$17_{II}+38_{I}$	$18_{II}+36_{I}$	$19_{II}+34_{I}$	$20_{II}+32_{I}$	$21_{II}+30_{I}$	Total
Frequency	83	3	0	4	4	8	9	6	3	1	1	39
	90		1	6	5	5	3	1				21
	Total	3	1	10	9	13	12	7	3	1	1	60
	%	5.0	1.7	16.7	15.0	21.7	20.0	11.7	5.0	1.7	1.7	100.2

Table 8. Irregularity of pollen tetrad in F_1's

No. of normal type spores	No. of small or empty spores	Line No.				
		93(P)	83(F_1)	90(F_1)	1(P)	92(F_1)*
0	3					6
0	2					13
1	2					21
1	1					18
2	1					26
2	0		3	1		36
3	2		2			
3	1		11	1		
3	0	3	16	2	1	20
4	0	115	41	20	119	
4	1		5	16	2	
4	2			1	2	
5	0	2	18	45	2	
5	1			1		
6	0	1	3	13		
7	0			5		
8	0			1		
Total		121	99	106	126	140
% of normal tetrads		95.04	41.41	18.86	94.41	0.00

* F_1 bet. *M. arvensis* var. *piperascens* × *M. spicata* var. *crispa*.

数関係がある[3]．よつて12の染色体をもつてゲノムを構成するものと考えると，日本薄荷は8倍体で，生殖細胞は4組のゲノムから成り，*M. spicata* は4倍体で，生殖細胞は2組のゲノムから成る．従つて，F_1 は体細胞で両親ゲノムの和即ち6組のゲノムを含む．この F_1 では前述の如く，MI において，12乃至21の2価染色体が現われる．依つて F_1 の6組のゲノム中2組は12_{II}を形成する完全相同ゲノム，他の2組は12本の染色体中9本まで接合力のある部分相同ゲノム，而して残りの2組は互同志は勿論，最初の4組の何れとも非相同のゲノムである．然るに既報[4]の如く，日本薄荷は異質倍数体と考えられ，又 *M. spicata* もディアキネシスから MI にわたり，多価染色体形成の徴候は未だ観察されていない．従つて上記の2価染色体が同親接合であるとは現在までの範囲に於いては考え難く，異親接合と考えるのが妥当のようである．そうするとこの両親間には1組の完全相同ゲノムと，他に今1組の部分相同ゲノムが存在することゝなる．

今こゝに得た F_1 を前報[5]の日本薄荷×オランダハッカ (n=24) の F_1 と比較するに，醋酸カーミンに染まり，従つて稔性と考えられる花粉は，例外を除けば，一般には両 F_1 とも顕微鏡下で認められないが，他の点では可なりの相違が見られる．即

1. 花粉4分子　前報（日本薄荷×オランダハッカ）[5] の F_1 では，花粉4分子は 0~3 の巨

大分胞子と 3～0 の小分胞子とから成り，その数は正常数4に充たない．一方本報の F_1 では，分胞子が正常数4個より多い傾向にある（第8表）．これは前報の F_1 では MI において，多数を占める1価染色体が核内一杯に散在し，赤道面にならぶ2価染色体が少く，従つて全部又は大部分の染色体を包括する大分胞子と僅の染色体を包括する小分胞子とが出来て，正常の4分子に分割し得ないからである.* これに対して本報の F_1 では，相当数ある2価染色体が．正規の分裂によつて，正常に近い4分子を作り，その他に遅滞1価染色体群を含む小分胞子を生ずるために，多分子になるようである．実際 AI 及び TI には多数の遅滞染色体が見られる．（第10，11図）．

2.　結実率及び種子の発芽率　放任受精の場合本報の F_1 では若干の種子が稔るが，前報の F_1 では例外の1系統を除いて殆んど結実しない．得られた種子の発芽率も本報の F_1 の場合の方が稍高い．両親に戻交雑した場合，処理花数及び得た種子の数が少いが略同様の傾向が見られる．

前報の日本薄荷×オランダハッカの F_1 では，PMC の MI に3乃至10の2価染色体が現われ，従つて両種間では，1組の部分相同ゲノムを共有するのみであり，残りのゲノムは総て非相同と考えられる．本報の F_1 と比較して，生殖細胞形成の過程や稔性に上記の如き差異のあるのは，結局1組の完全相同ゲノムのある，なしによるのであろう．従つて *M. spicata* は，オランダハッカより一層日本薄荷に近縁であるとなし得る．

V 摘　　要

1.　日本薄荷と *M. spicata* L.（pilose form）との交雑によつて得た種間雑種 F_1 の6系統は何れも旺盛な発育をとげ，その形質は相互間で多少の相異を示したが，何れも略両親の中間であつた．

2.　これら F_1 系統では葯は退化し，葯中には通常稔性花粉を含んでいない．併し放任受精で0乃至1.28％，平均 0.5％の結実率を，又両親との戻交雑では，0乃至 0.6％，平均0.29％の結実率を示した．且，得られた種子は可なりの発芽率を示した．

3.　*M. spicata* (pilose form) では PMC の MI において，24_{II} が観察された．日本薄荷では第3報に示したように 48_{II} が見られる．而して F_1 の体細胞染色体数は，供試6系統いずれも両親の PMC の MI に現われる2価染色体数の和 72 であつた．

4.　F_1 の PMC の MI における2価染色体の出現頻度は12～21，モードは16で，残りは1価染色体であつた．花粉4分子は多数の分胞子に分裂する傾向が見られた．

5.　薄荷属の種は12を基本染色体数とする．而して日本薄荷は8倍体で，生殖細胞は4組のゲノムを，又 *M. spicata* は4倍体で生殖細胞は2組のゲノムを夫夫保有する．且，両親種は何れも異質倍数体と推定する理由がある．従つて F_1 の減数分裂の際，染色体の同親接合は考え難く，その MI に現われる2価染色体は，何れも異親染色体の結合と考えなければならぬ．よつて筆者等は，前記 F_1 の細胞学的観察から，両親のゲノム中，1組は両親間で完全相同であり，他の1組は12本中9本まで部分相同の染色体を含む部分相同ゲノムであると推定する．

* かゝる場合屢々非還元生殖細胞を生ずるものであるが，この F_1 の場合は観察の範囲内では非還元生殖細胞と思われるものは見られなかつた．

Fig. 1. *M. arvensis* L. var. *piperascens* MAL. (× 1/3)

Fig. 2. *M. spicata* L. (pilose form) (× 1/3)

Fig. 3. F_1 [83] (× 1/3)

Fig. 4. F_1 [90] (× 1/3)

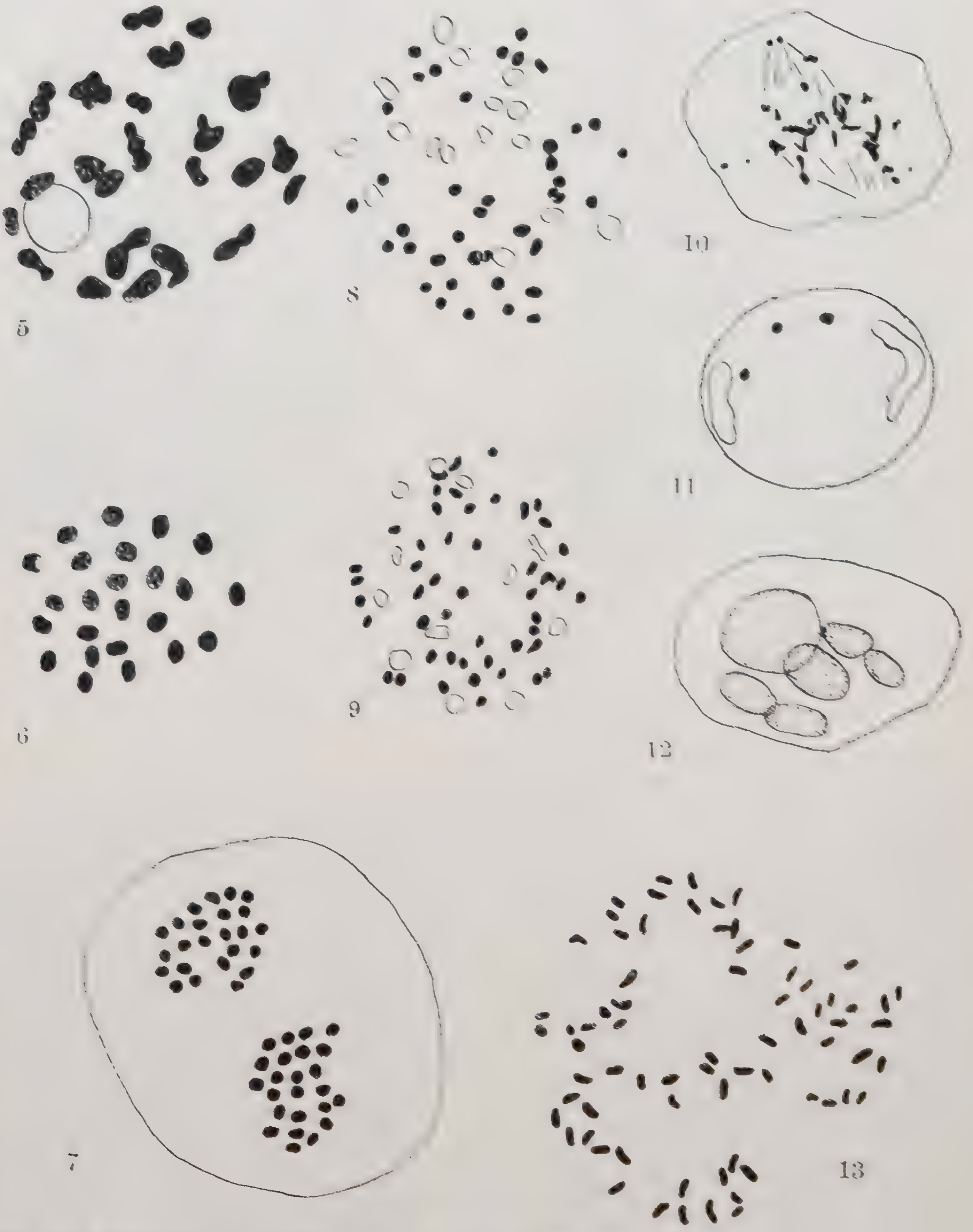


Fig. 5–7. Meiotic figures in PMCs of *M. spicata* L. (pilose form). × 2500

5. Diakinesis. 24_{II}. 6. MI. 24_{II}. 7. MII. $24_{I}-24_{I}$

Fig. 8–12. Meiotic figures in PMCs of F_1 (55?) & (90?).

8. MI. $16_{II}+40_{I}$. 9. MI. $12_{II}+48_{I}$. × 2500. 10. AI. 11. TI. 12. Abnormal pollen tetrad. × 1800

Fig. 13. Somatic plate of F_1 (55?). 2n = 72. × 2500

引　用　文　献

1) Hegi, G., Gamo, H. und Marzell, H. 1914：Illustrierte Flora von Mitteleuropa. V Band. 4 Teil. 2335～2357.

2) 池田長守，小合龍夫，1954：薄荷の育種学的研究 第1報，日本薄荷の染色体数について．岡山県立農業試験場臨時報告，第49号．69～74.

3) 池田長守，宇渡清六，1954：薄荷の育種学的研究 第2報，核学的考察に拠る薄荷属の系統学的研究．岡山大学農学部学術報告，第4号．43～49.

4) 池田長守，小西猛朗，1954：薄荷の育種学的研究 第3報，日本薄荷の人為倍数体．岡山大学農学部学術報告，第5号．1～9.

5) 池田長守，宇渡清六，1955：薄荷の育種学的研究 第4報，オランダハッカ及びこれと日本薄荷との F_1 の細胞遺伝学的研究．岡山大学農学部学術報告，第6号．12～19.

干拓地における作物の生理化学的研究

第2報　小麦に対する燐酸施肥の影響

下　瀬　　昇

Physical and Chemical Studies on the Growth of Crops grown on the Polder Soils

II. Effects of Phosphate on Wheat Plants grown on the Halogenetic Polder Soils

Noboru SHIMOSE

Wheat Plants (*Nōrin* No. 52) were cultured in a newly formed polder field which is located along the seacoast of the Bay of Kojima. The wheat plants were grown under the various conditions as described below.

(a) Quantities of 16.5% Ca-superphosphate used were 3, 75, 7, 50, 11, 25 and 15,00 kg/*tan* as P_2O_5.

(b) Two kinds of nitrogenous fertilizers, ammonium sulphate and urea were used.

(c) Two methods of fertilization were used : namely basic application of phosphate, and top dressing at different stages to reduce chloride uptake.

The wheat plants were analyzed chemically after harvest and some of the elements contained in their leaves-and-stems and ears were determined. The results obtained may be summarized as follows :

1. The growth of wheat plants were obviously improved by phosphate, but a large amount of phosphate reduced the yield of the plants. The maximum yield of the wheat plants was obtained from the plot of 3, 75 kg P_2O_5.

2. No difference of the growth was found, either between the basic application of phosphoric fertilizer and top dressing at different stages, or between ammonium sulphate and urea.

3. The increase of phosphate uptake by the plants was proportional to the increase of quantities of Ca-superphosphate given.

4. A large amount of phosphate that was added to the soil considerably reduced chloride intake by wheat plants.

5. The maximum content of nitrogen in the wheat plants was found from the plot of 7, 50 kg P_2O_5.

緒　　　言

従来塩素は大多数の植物体内に見出されること，その少量の存在が植物生育に有効である場合が屢々見出されること，及び特に繊維作物の生育に有効であること，等の事実が認められていたが，その生理作用，更に高等植物に必須かどうかの点も極めて不確実であつた．その理由は塩素の体内における存在形態がはつきりしないことと，すべての化学試薬，殊に植物栽培に用いられ

る水からさえも塩素を完全に除去することは極めて困難であつたこと等によるものであろう．

しかるに近年塩素の植物体内における存在価値が次第に重要視されるようになり，T[illegible]等は Cl^{36} を用いて各種植物の塩素存在位置を検索して，主として若い葉柄のつけ根の部分に多量に吸着していることを見出し，又 BROYER 等[1]はトマトを用いて詳細な水耕試験を行つた結果，塩素は高等植物に対する不可欠元素で，その所要量は古くから考えられている必須要素と所謂微量要素との中間に位するものであると述べている．しかしこの BROYER 等の実験においてすら完全な無塩素状態で植物を栽培することは不可能であつた．更にその生理作用は現在の所では全く未知であるが，極めて低濃度塩素を含む培養液で栽培したトマトは明らかな塩素欠乏症状を現わしており，塩素が必須要素としてとりあげられることは近い将来の問題であろうことが推定出来るようになつた．

このように植物に対する塩素の必要性が大きな問題となりつゝあるにもかゝわらず，一方では海岸線近辺に分布する地方では作物が主として塩化物過剰に由来する生育障害になやまされることが多く，しかもその対策は充分でない現状である．故に著者は塩素過剰という特異条件下における作物の異常代謝を明らかとし，合理的施肥法を確立することによつてこれらの障害の軽減乃至は防除を目的として種々の実験を行つて来た．即ち児島湾の干拓初期の土壌に生育した水稲は多量の窒素肥料を要求することを認めた[4]．一方水稲に対する燐酸施肥の影響についても追究したが，施与燐酸量の多少は生育及び収量に大なる影響を与えなかつた[5]．

今回は小麦に対する燐酸施与量の影響を検討したのでその結果を報告する．尚，本研究の一部は岡山県委託研究費によつて行い，栽培管理には三宅靖人氏始め干拓実験農場の方々に多大の御援助を得たことを記して謝意を表する．

試験設計並びに分析成績

本報告において使用した圃場は第1報と同様のもので，児島湾干拓地の干拓年代の極めて新しい地域に属し，地下水位が極端に高いため（約30～40 cm）土壌生成過程の進行は極めて微々たるものである．即ち干陸後3年に当る昭和26年秋と本実験の収穫期における当圃場土壌の pH と Cl 含量とを比較すれば Table 1 に示す如くであつた．

Table 1. pH and Cl contents in the soil of the experimental field

Year	Horizon	Depth(cm)	pH(H_2O)	Cl(%)
Autumn, 1951	1st	0～15	7.28	0.261
	2nd	15～35	7.39	0.848
Spring, 1954	1st	0～12	6.88	0.220
	2nd	12～40	6.93	0.584

かくの如く約3年の期間を経過することによつて土壌は略々中性となつているので，各種土壌成分の溶脱置換は軽度に進行していることが推測出来るが，Cl 含量には大差なく除塩の方は殆んど進行していないことを示しており，今後も地下水位が下らぬ限りはこのような条件が継続される危険性を多分に含んでいる．

試験区設計は第1報におけると同様であるが，小麦農林52号を用い，施肥法は次の如くにした．即ちS：硫安，U：尿素，D：燐酸肥料2回分施，P：1～8は何れも無燐酸，S，SD，U，UD区に示した1～4は夫々 P_2O_5 として反当1，2，3，4貫を過石にて施与したことを示す．

窒素は全試験区Nとして反当3貫を3回に分施．耕種及び栽培管理は干拓実験農場慣行法に従って行つた．施肥時期としては窒素肥料は昭和28年12月2日，29年2月24日，3月26日に分施し，燐酸肥料は元肥区には12月2日に全量を，D区には12月2日，3月26日に半量づゝ分施した．収穫は6月5日に行い，収量調査後収穫物について窒素，燐酸，塩素の分析を行つたが，その結果は Table 2に示す如くであつた．尚分析は第1報と同様の方法で行つた．

Table 2. Yield of wheat plants which were grown on the halogenetic polder field and results of analysis of them

Treatment	Yield(kg/plot)			T. P_2O_5(%)		T. Cl(%)		T. N(%)	
	Total Weight	Weight of Leaf-and-stem	Weight of Ear	Leaf-and-stem	Ear	Leaf-and-stem	Ear	Leaf-and-stem	Ear
S～1	4.50	1.30	3.20	0.082	0.615	0.834	0.036	0.630	3.275
S～2	4.55	1.65	2.90	0.096	0.947	1.314	0.036	0.728	3.416
S～3	2.80	0.90	1.90	0.100	1.170	0.994	0.036	0.623	3.304
S～4	2.85	0.85	2.00	0.140	0.934	1.420	0.213	0.588	3.388
SD～1	4.60	1.45	3.15	0.070	0.686	1.456	0.246	0.588	2.954
SD～2	3.90	1.00	2.90	0.100	1.211	1.562	0.053	0.560	3.332
SD～3	3.10	0.80	2.30	0.106	1.063	0.586	0.053	0.588	3.080
SD～4	2.55	0.75	1.80	0.106	0.904	0.639	0.053	0.588	2.912
U～1	3.95	1.25	2.70	0.074	0.624	1.189	0.266	0.462	3.460
U～2	3.25	0.85	2.40	0.083	0.778	0.817	0.089	0.560	3.120
U～3	3.00	0.75	2.25	0.100	0.839	0.639	0.089	0.392	2.674
U～4	3.25	0.80	2.45	0.120	1.276	0.746	0.071	0.504	3.136
UD～1	4.90	1.70	3.20	0.074	0.806	1.207	0.249	0.532	2.534
UD～2	2.70	0.90	1.80	0.161	0.850	0.870	0.036	0.728	2.723
UD～3	3.25	0.95	2.30	0.133	0.963	0.870	0.053	0.560	3.094
UD～4	3.05	0.75	2.30	0.103	0.673	0.959	0.071	0.476	1.876
P～1	2.80	1.25	1.55	0.072	0.482	0.675	0.160	0.546	2.772
P～2	3.10	1.15	1.95	0.082	0.667	1.385	0.195	0.518	2.912
P～3	2.05	0.55	1.40	0.068	0.674	0.834	0.160	0.518	2.184
P～4	2.25	0.60	1.65	0.077	0.714	1.314	0.142	0.476	2.548
P～5	2.70	1.00	1.70	0.087	0.755	1.154	0.178	0.602	1.848
P～6	2.10	0.65	1.45	0.060	0.755	1.591	0.284	0.044	3.024
P～7	1.40	0.35	1.05	0.069	0.760	0.943	0.160	0.560	2.240
P～8	2.80	0.85	1.95	0.068	0.657	1.225	0.142	0.504	2.800

考　　察

前述の如く水稲に対しては燐酸施与の効果にみるべきものはなかつたが，畑状態においては作物生育期間中に土壌の pH も下り，且試験区設定の不備による施与肥料の他試験区えの流入も防ぎ得るので，Table 2に示された数字はかくの如く特異な条件下において現われると予想され

る小麦に対する影響を或程度示すものであろう．

Table 2に現われた結果を個々に解析すれば，先づ重量は各処理区共に明らかに1区が最高収量を示し，又大体において無燐酸区に比べて燐酸施与の効果は現われているとみるべきであろうが，3区，4区と燐酸施与量の増加に伴つて反つて収量は低下する傾向が認められる．しかるに窒素の形態の差異及び燐酸分施の影響は重量に現われていない．体内要素量については，燐酸吸収量は燐酸施与量の多い程増加する傾向が認められるが，穂においては一例を除き4区において稍々吸収量が低下していることは注目すべきであろう．燐酸吸収量に対しても窒素の形態の差異及び燐酸分施の影響は現われていない．塩素吸収量は一般に燐酸施与量が多い場合に極端に低下する傾向を示す．窒素吸収量は2区が稍々多く，こゝに山が認められた．燐酸を追肥したのは次の如き理由による．即ち REIFENBERG 等[2] の報告する所によれば，土壌中に大量の塩素が存在する場合には大麦の燐酸吸収は抑制され，又燐酸塩は極端に高濃度塩分を含有する場合以外は塩素吸収を或程度抑制し得ると述べているので，当干拓地の如く當時相当高濃度塩素を含有している場合には，土壌による燐酸固定を考慮して，小麦生育期間全般に亘り可溶性燐酸を存在せしめることによつて塩素吸収を抑制せしめることがその狙いであつた．事実後述する如く燐酸塩の存在は塩素吸収を抑制し得たのではあるが，分施の効果が充分現われなかつたのは追肥の時期が当を得ていなかつたのではないかと考えられる．次に窒素の形態の差異によつて収量に影響の現われなかつた主因は，Table 1にも示した如く当圃場は現在でも土壌の pH が略々中性であり，本邦に広く分布する酸性土壌とは趣を異にするため尿素の効果が現われなかつたのであろう．しかし第1報に報告した水稲の場合と同様，小麦に対しても尿素は硫安と同程度の肥効を示すことが明らかとなつた．

以上の如く収量に差を来した主な因子は燐酸施与量にあると考えられるので，窒素の形態の差異及び燐酸分施の両因子を無視して，燐酸施与量にもとづいて夫々の試験区における収量及び体内要素含量の平均値を求めてこれを図示すれば，Fig. 1の如くであつた．

Fig. 1. Average of total weight, of leaf-and-stem and of ear ; and the amounts of P_2O_5, Cl and N in the wheat plants to which Ca-superphosphate was given, respectively 1, 2, 3 and 4 *kan/tan* as P_2O_5

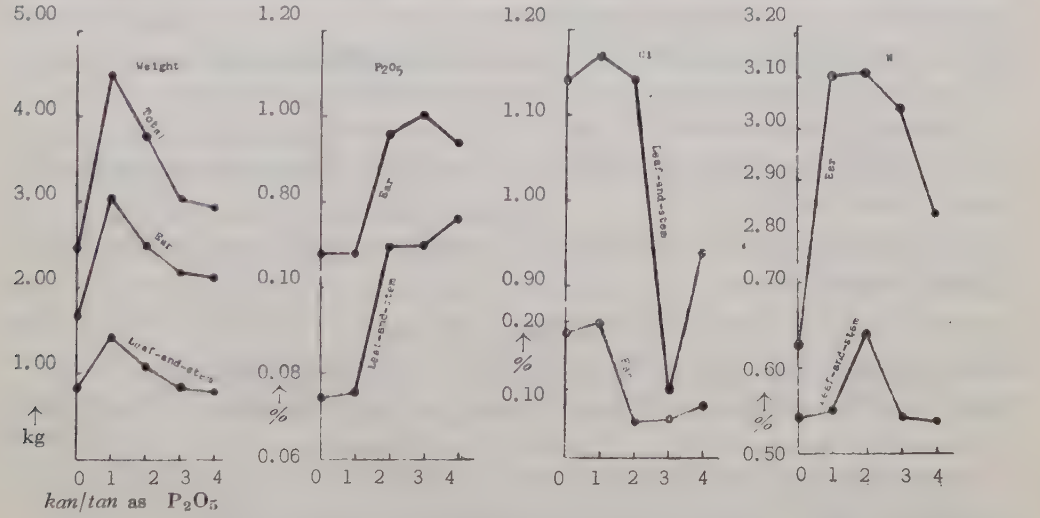


Fig. 1では次の如く3種類の特徴が認められる．即ち

1.　燐酸含量はその施与量が大なる程増加しているが，４区では２，３区よりも劣つていることが認められ，燐酸を極端に多量に施与することによつて体内燐酸代謝に異常を来したことを想像し得る．

2.　塩素含量が２，３，４区で無燐酸及び１区より少なくなつているが，これは多量の燐酸施与及び吸収によつて或程度塩素吸収を抑制し得ることを示すものであろう．

3.　窒素含量は特に２区の穂において最高であつた．

これら３種の特異性より考えて，本実験で１区に最高収量を得た原因は次の如く推論し得るのではなかろうか．即ち１区においては塩素含量は相当高かつたが，燐酸及び窒素の吸収が好適でこれら３者及び他の因子とのバランスが最適であつたため収量に良好な影響を与えたもので，塩素の生理作用の直接的関係より考えると或は２次的な因子であるかも知れないが，特に窒素の吸収状態が大きな影響を与えているのではないかと推測される．しかし塩素吸収がむしろ無燐酸区よりも多かつたことはこれ以上の生育に対して或程度支障を来したものと思われる．

3，4区において収量が著しく減じていることは，前述の特異性 1. にも示したように，直接には燐酸の過剰吸収の障害に起因するものと思われ，この結果塩素の過剰吸収は抑制し得たが，窒素の吸収をも或程度阻害したために収量低下を招来したものと考えられる．

Fig. 1の曲線を綜合し，特に窒素の吸収及び穂えの移行状態よりして実際の燐酸施与最適量は図上で１と２との間，即ち16.5%過石として大体反当10貫前後の点にあるのではないかと推定される．但し本実験の場合は，水稲に対する窒素施与量を参考として，一応Ｎとして反当３貫を施与したもので，慣行より稍々多いためにかゝる結果が現われたものとみるべきである．故に窒素施与量が異る場合にはそれに応じて燐酸施与の最適量もおのずから異つて来るであろう．

要　　　約

干拓年次の新しい児島湾干拓地圃場において燐酸施与量をかえて小麦の栽培を行い，収穫物について二三の要素分析を行つた．得られた結果は次の如きものであつた．

1.　燐酸施与による効果は明らかに認められたが，燐酸過剰による減収も現われ，本試験設計では反当 P_2O_5 として１貫施与区に最高収量が得られた．

2.　窒素の形態の差異即ち硫安と尿素とによる収量えの影響は認められなかつた．

3.　一部は半量燐酸追肥を行つたが，追肥効果は現われなかつた．

4.　燐酸吸収量はその施与量が多い程増加することが認められた．

5.　体内塩素含量は燐酸施与量の大なる程少なく，燐酸の大量施与によつて塩素の吸収を抑制し得ることが明らかとなつた．

6.　体内窒素含量は P_2O_5 ２貫区が最高で，特に穂における含量が多く，燐酸多量区では反つて減少する傾向を認めた．

引　用　文　献

1)　Broyer, T. C. Carlton, A. B., Stout, P. R. (1954), Plant Physiol., **29** 526～532

2)　Reifenberg, A., Rosovsky, A. E. (1947), Palestine Jour. Bot., (Irrigated Soils, P. 142) **4** 1～13

3)　Toth, S. J., Kretschmer, A. E. (1954), Soil Sci., **77** 293～302

4)　下瀬昇，池宗勝三郎（1953），岡大農報，3号 PP. 22～30

5)　米田茂男，下瀬昇，川田登，河内知道（1955），岡山農試臨報，51号 PP. 1～19

反芻家畜の Relaxin に関する研究

（2）妊娠及び分娩後の和牛の血清中に於ける Relaxin の含量

和　田　　宏・湯　原　正　高

（岡山大学農学部）

Studies on the Relaxin in Ruminants.

（2）Relaxin content of the blood serum of pregnant and postpartum cows of the Japanese Black breed of cattle.

Hiroshi WADA and Masataka YUHARA

(Faculty of Agriculture, Okayama University,)

（1） Relaxin in the blood serum of cow of the Japanese Black breed was assayed of 34 samples at different stages during pregnancy and postpartum period.

（2） Assay of relaxin were conducted according to the bioassay method established by Abramowitz et al. (1944) and modified slightly by the present writers, and the amount of relaxin was shown in terms of GPU (Guinea Pig Unit).

In order to facilitate the calculation of relaxin unit the standard curve established by Abramowitz et al. was enlarged on the section-paper, from which a standard table was constructed. Providing percentile response in the test animals, the unitage of relaxin can be read off.

（3） The data obtained from these assays are shown in table 3 and as a curve in fig. 1. Blood serum assayed contained about 0.8 GPU of relaxin per cc. after the first month of pregnancy.

Relaxin content increased comparatively rapidly until the 6th to 7th month, when a plateau (about 3.6 GPU/cc.) was reached and maintained with very little increase for the remainder of pregnancy.

（4） After parturition, there was a precipitous decrease in the concentration of relaxin in the blood and it continued to decrease.

In a week after parturition, it decreased to a trace or to an undetectable amount.

（5） The form of this curve of relaxin in blood serum in the Japanese Black breed agrees with that in the dairy cow reported by the present writers in the previous report, and coincides also with the state of relaxation of pelvic bones in the pregnant cow and its recovery in the postpartum cow of the Japanese Black breed reported by T. Ôkawa (1953).

（6） From these facts, it appears that relaxin is at least a part of causes which

本研究の第1報 "妊娠及び分娩後の乳牛の血清中に於ける Relaxin の含量" は日本畜産学会報に投稿印印中である。

induce the relaxation of pelvic ligaments or seperation of pelvic bones during the latter part of pregnancy and at the time of parturition in the cow.

（7） Generally, the time during which ligaments remained relaxed was found to be longer and the percentage of response greater in the group injected with the larger amount of blood serum relaxin than in the group with the smaller amount (table 4).

（8） No relationship could be found either between the relaxin concentration of the blood and the sex of the young, or between the relaxin concentration and the times bred in the cow.

Acknowledgments

We are greatly obliged to Dr. Edward H. Frieden, Dr. Roy V. Talmage and Dr, Arthur E. Dracy for the reprints of articles on relaxin which they kindly sent to us. Especially, we wish to express our hearty gratitude to Dr. Edward H. Frieden for his gift of relaxin preparation.

緒　　　言

筆者等はさきに前報[22]に於いてホルスタイン種牝牛の血清について，その妊娠中及び分娩後に於けるリラキシン含量の消長について報告した．

家畜の品種による此のホルモンの量的差異と云うことも一応考えられないことでもなく，特に此のホルモンは繁殖生理に密接な関係があるので泌乳能力の旺盛なホルスタイン種と，用途を異にする和牛等との間に於いて，その差異の存在の可能性も一応考えられないこともないので，和牛の血清につき，そのリラキシンの量を測定した．こゝに，それらの成績を報告する．

実験材料及び方法

供試血清は当大学農学部附属農場及び岡山県立千屋種畜場繋養の黒毛和種牝牛10頭から採取したものである．而して供試牛の産次は初産から8産までの種々のものが含まれている．供試血清数は妊娠期間中のものが27例，分娩後のものが7例，合計34例である．妊娠血清の採血は人工授精実施の日から計算して，妊娠40日から分娩直前9時間までの各時期に於いて行われた．分娩後の血清は胎仔娩出から正確に時間を測つて採血したが，その中には胎仔娩出後12時間から分娩後9日までのものがある．

Table 1. Cows used ih this experiment.

No. of cow	Name of cow	Times bred	Sex of the calf
1	Miyachika	5	♂
2	Suemi	6	♂
3	Tanida	6	♂
4	Fukumi	8	♀
5	Uneo 2nd	2	♀
6	Ayame 4th	2	♂
7	Kinoshita 1st	4	♀
8	Masao	6	♀
9	Haru	1	♀
10	Haru	2	♀

Note : Cow No. 9 is the same with No. 10, but the time when used for this experiment was different.

血液は頸静脈から清潔に採取し室温に無菌的に一昼夜静置し，血液が凝固の後，遠心分離して血清を分ち，パラフインで密封して，供試まで 0°C. の冷蔵庫に貯えたことは前報と同様である．

リラキシンの検定はAbramowitz, Money,

Zarrow, Talmage, Kleinholz and Hisaw (1944) の方法によつた．モルモットの卵巣剔去は両側膁部より行つて，夫々の側の卵巣を剔出した．即ち術部の皮膚をつまみて鋏で切開すれば，薄い腹筋を透して卵巣の存在部がわかるので，こゝに小孔をあけて，その両側を手指頭で軽るく圧迫すれば，透明な腹腔液と共に卵巣または輸卵管が出て来るから容易に卵巣を切除できる．然らざるものは小さいピンセットで卵巣を探り出して切除する．腹腔内に於ける生殖器附近の持続的刺戟を避ける為に絹糸などによる結紮をさけて，小さいペアンの鉗子で挾み血管を挫滅してから卵巣を切除した．

卵巣剔去，処女モルモット12頭を1群とし，之に精製胡麻油 0.2cc. に溶解した Estradiol monobenzoate 0.80γ（原法では 0.83γ となつている）を日量とし，これを4日間，皮下注射し5日目に供試血清を 0.3 乃至 0.75cc. を蒸餾水で稀釈して，その1cc. 宛をモルモットの背部皮下に注射した．注射後6時間に骨盤を触診し，軽るく力を加えた場合，左右の恥骨が明らかに別々に上下に動くもの，所謂 Unmistakable relaxation を呈するものを陽性反応とした．なお，全例についてではないが骨盤弛緩の持続時間を観察する為に供試血清注射後12時間，24時間，36時間，48時間に骨盤の弛緩が残存しているや否やを触診により確めた．

Estradiol monobenzoate としては帝国臓器株式会社の Ovahormon benzoate を用いたこと，その他，触診の方法，モルモットの飼養管理等は前報で述べた方法に従つた．

Table 2.　Standard table for assay of relaxin

Figures in this table were raed off from the standard curve of relaxin established by Abramowitz, Money, Zarrow, Talmage, Kleinholz and Hisaw (1944).

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0						0.150	0.165	0.180	0.195	0.210
10	0.225	0.236	0.250	0.265	0.282	0.300	0.313	0.325	0.337	0.349
20	0.360	0.372	0.388	0.402	0.415	0.429	0.442	0.458	0.470	0.478
30	0.500	0.511	0.522	0.533	0.544	0.555	0.566	0.575	0.589	0.605
40	0.620	0.631	0.642	0.653	0.665	0.676	0.687	0.700	0.711	0.720
50	0.730	0.741	0.752	0.765	0.780	0.795	0.810	0.830	0.850	0.865
60	0.885	0.900	0.920	0.940	0.960	0.980	1.000	1.025	1.048	1.074
70	1.100	1.125	1.150	1.175	1.205	1.245	1.270	1.300	1.340	1.375
80	1.420	1.460	1.500	1.560	1.625	1.700	1.750	1.800	1.900	1.940
90	1.980									

Unitage of Relaxin in Guinea Pig Unit

Gothic figures in the first row represent 0～ to 9 percent of positive response of the guinea pigs tested. Similarly, Gothic figures in the first column represent 0～ to 90 percent of positive response in animals tested. Other figures in this table represent the unitage of relaxin in GPU. Relaxin amount, corresponding to the percentage expressed by the sum of percentages in a row and a column, is given at the crossing of the row and the column.

For instance, when positive response of 30% is observed, relaxin content of the sample is 0.5 GPU, and when it is 31%, re'axin content is 0.511 GPU. If it is necessary to know the relaxin amount corresponding to a decimal fraction of percentage of positive response, it is known by means of interpolation.

Abramowitz et al. の原法では12頭の動物を使用して，或る用量でその67%が反応するときに，そのリラキシンの量を1モルモット単位（GPU）としているが，本実験では必ずしも正規の頭数を用い得なかつたので斯かる場合は単に反応率即ち使用動物数に対する陽性反応数の百分率から単位を算出した．

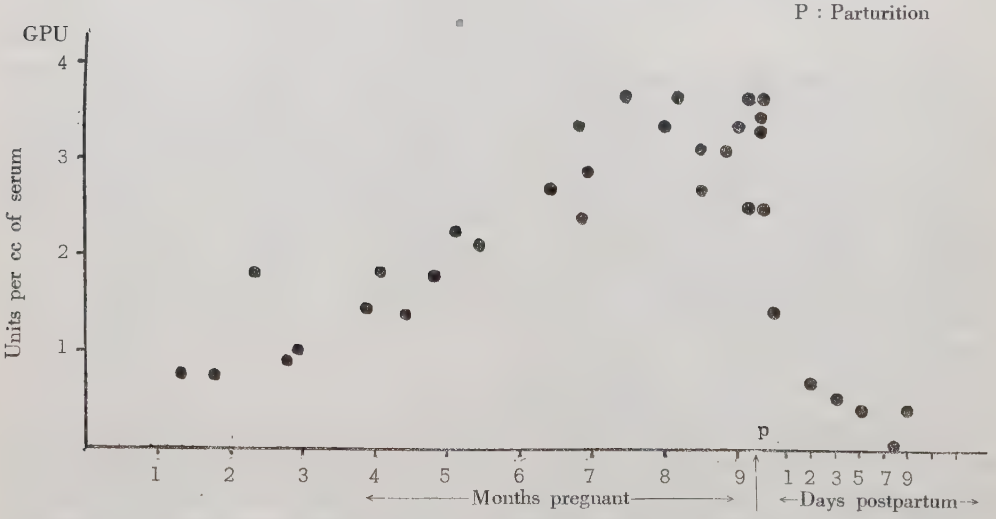
単位の計算を便利にする為に，筆者等は Abramowitz et al.（Endocrinology, 34, P. 109, 1944）が牝豚の黄体抽出リラキシンについて描いた標準曲線を基礎として，之を方眼紙上に拡大複写し，反応率と対応するリラキシンの単位を読みとり，それらを一括して Standard table を作成した（第2表）．リラキシンの単位の計算は前報と同様すべて此の表に基いた．此の表の上の行のゴシック体の数字は0%より9%までの反応率を示し，左端の列のゴシック体の数字は0%より90%までの反応率を10%毎に示している．而して行，列両ゴシック欄の数字を合せると90%までの任意の反応率となり，それに対応するリラキシン単位は行，列両ゴシック数字の交叉欄に示されている．

斯くの如くして或る用量 d cc. の血清の注射によつて得られた，リラキシンの量を 1/d 倍して，血清1 cc. 中のリラキシンの量とした．

実験成績及び考察

以上の如き方法により得られた成績即ち供試した和牛の妊娠段階，血清の用量，使用モルモット数，反応率及び血清1 cc. 中のリラキシン量等の関係は一括して第3表に示した．また妊娠及び分娩後の各時期に於けるリラキシンの消長の関係は第1図に示した．

Fig. 1. Relationship between the amount of relaxin in the blood serum of cow of the Japanese Black breed and the stage of gestation.



これによつてみると，和牛の血清1 cc. 中には妊娠略40日くらいで略 0.8GPU 程度のリラキシンがみられる．その後2～3ヶ月の間に徐々に増加するが，その後は急激に増加して6～7ヶ月頃には略3.6単位くらいまで増加する．而してその後は分娩まで略同じ水準が保持されている．

分娩前は直前まで前述の妊娠中の最高水準が保たれているが分娩後は急激に減少する．即ち分娩後12時間の血清中のリラキシンは妊娠中の最高水準の略 ½ の量となり，2日目には更にその

Table 3. Concentration of relaxin in the blood serum of cow of the Japanese Black breed during pregnancy and after parturition.

	No. of serum	Stage of gestation days	No. of cow	Dose of serum injected	Number of guinea pigs	No. of animals showing positive response	percentile response %	Relaxtn amount GPU/cc.
During pregnancy	1	40	4	0.5	9	2	22	0.78
	2	54	5	0.5	10	2	20	0.72
	3	70	4	0.4	12	6	50	1.82
	4	84	5	0.5	11	3	27	0.92
	5	88	2	0.5	10	3	30	1.00
	6	118	2	0.5	12	6	50	1.46
	7	122	1	0.4	12	6	50	1.82
	8	131	4	0.5	11	5	45	1.36
	9	145	5	0.3	9	3	33	1.78
	10	154	1	0.3	9	4	44	2.23
	11	163	3	0.3	12	5	41	2.10
	12	193	3	0.2	9	3	33	2.68
	13	205	5	0.2	9	4	44	3.35
	14	209	2	0.2	11	4	36	2.84
	15	223	4	0.2	10	5	50	3.65
	16	240	2	0.2	9	4	44	3.35
	17	245	1	0.2	12	6	50	3.65
	18	254	3	0.2	9	3	33	2.68
	19	254	4	0.2	10	4	40	3.10
	20	265	5	0.2	10	4	40	3.10
	21	270	2	0.2	9	4	44	3.35
	22	276	1	0.2	10	5	50	3.65
	23	277	9	0.5	8	6	75	2.50
	24	284	7	0.2	10	5	50	3.65
	25	284	6	0.25	10	4	40	2.50
	26	284	8	0.2	11	5	45	3.40
	27	285	3	0.2	9	4	44	3.35
After paturition	28	1/2	10	0.5	8	4	50	1.46
	29	2	7	0.5	10	2	20	0.72
	30	3	6	0.5	10	2	20	0.72
	31	3	8	0.4	10	1	10	0.56
	32	5	6	0.5	10	1	10	0.45
	33	8	1	0.5	10	0	0	0
	34	9	4	0.5	10	1	10	0.45

Note: The daily dose of estradiol benzoate used in the pretreatment in the original method, 0.83 γ, was changed to 0.80 γ, in our method.

半量となり，以後漸減して8日目くらいにはリラキシンは全く検出されないか，痕跡程度になつている．此のリラキシンの消長の曲線は，前報のホルスタイン種の場合と殆んど全く軌を一にしている．但しホルスタイン種の場合に比し濃度が若干低い様に思われるが，こう云う検定方法に

於いて，これだけの材料から，それを断定することは困難である．

乳牛と和牛では模範妊娠期間が異つており，また一方は乳用であり他方は非乳用である．従つて生理的差異や能力的差異の由来する根源として内分泌学的の面に於いて何等かの差異のあることは想像に難くない．

J.R. Elliott and C.W. Turner (1951) や F.A. Garrett and R.V.Talmage (1952) などの研究により，リラキシンは estrogen の potentiator であり大量に用いた場合，乳腺拡散因子の増加を来たし，また乳腺の発達を結果することが示されている．乳用種であるホルスタイン種では，斯かる乳腺の発達に関与する物質に関して量的に和牛に優つていることの可能性を拒むことは出来ない様に思われる．然しながら，たとえ血清中のリラキシンに量的差異があるとしても，こゝに得られた程度の差で，而かも僅かの成績から品種間に於ける生理的差異や模範妊娠期間などの差異を説明することは困難である．

Hammond (1937) によつて示された家兎の胎盤の発達と Mardar, S.N. and Money, W.L. (1944) により報告せられた家兎血清中のリラキシンの消長から推して，乳牛に於けるリラキシンの消長と胎盤の発達との間に密接な関係のあることを筆者等は推測したが，和牛の場合も全く同様なことが言えるものと思われる．而して之は分娩後に於けるリラキシンの濃度の急激な減少により，一層その可能性が高まるものと言えよう．

Hisaw その他の研究により，リラキシンが黄体や胎盤に含まれていることは早くから知られていたが，Albert, Money and Zarrow (1947) の研究により卵巣の黄体以外の部分もリラキシンを含んでいることが実証された．従つて胎盤以外に黄体その他も，リラキシン生成に関与しているであろうが，分娩直後の急激な此のホルモンの減少は，むしろ胎盤の方がリラキシン生成により大きな関係をもつていることを暗示している様に思われる．

大川 (1953) は和牛について妊娠及び分娩に伴う恥骨結合離開並に復旧に関する骨盤の変化を骨盤入口及び出口と形態的関係位置にあると思われる腰角幅（両臆結節間）臆幅（両前大転子間）等，主要7部位の測定を行つた．その結果，妊娠による骨盤の変化は，妊娠3ヶ月頃から現われ始める．而して恥骨縫合を軸として両側腸骨体より薦結節に至る部位が両外側に廻転開張を続け，妊娠7～8ヶ月頃から骨盤の全般的な離開を示し，足胞期の前，中の2期に最大の離開状態となり，娩出後は速やかに旧位に復し，坐骨幅及び薦坐端長の復旧が分娩後6日頃に終るものらしいことを報告している．此の骨盤の状態の変化の時期的関係は，こゝに筆者等が報告した和牛血清中のリラキシンの濃度の消長と非常によく符合していることは興味深いことであり，乳牛の場合も略同様なことが云われるものと思われる．これらのことから乳牛の場合と同様，和牛に於いても妊娠末期に於ける薦坐靱帯の弛緩，及びそれに伴う尾根部両側の陥凹等の諸現象は何れもリラキシンと一連の関係があるものであろうと思われる．

また一部の血清については，1回の注射後，骨盤の弛緩状態の持続時間を触診により調査したが，その結果は一括して第4表に示した．これによつてみると，モルモット1頭当り血清リラキシン量が小量のとき，例えば 0.36GPU くらいより以下の時は弛緩は略24時間以内に復旧しているが，例外はあるが前述の量以上の用量では，より長時間弛緩している．従つて一般に多量のリラキシンの注射によつて惹起される骨盤の弛緩は，その復旧に対し，リラキシン用量の少ない場合よりも，より長時間を要することがわかる．

Table 4. Hours during which pubic symphysis of guinea pig remained relaxed after a single injection of the blood serum.

No. of serum	Dose of serum	Relaxin amount of serum GPU/cc.	Dose of serum relaxin injected GPU	No. of guinea pigs	Hours after injection									
					6 hrs		12 hrs		24 hrs		36 hrs		48 hrs	
					No. of animals showing positive response	percentile response %	No. of animals showing positive response	percentile response %	No. of animals showing positive response	percentile response %	No˙ of animals showing positive response	percentile response %	No. of animals showing positive response	percentile response %
1	0.5	0.78	0.39	9	2	22	1	11	1	11	—	—	0	0
2	0.5	0.72	0.36	10	2	20	2	20	1	10	—	—	0	0
3	0.5	0.72	0.36	10	2	20	2	20	0	0				
4	0.5	0.92	0.46	11	3	27	3	27	2	18	1	9	0	0
5	0.5	1.00	0.50	10	3	30	—	—	0	0				
6	0.5	1.46	0.73	12	6	50	5	42	4	33	—	—	0	0
7	0.4	1.82	0.73	12	6	50	5	42	3	25	2	16	0	0
9	0.3	1.78	0.53	9	3	33	2	22	1	11	1	11	0	0
10	0.3	2.23	0.67	9	4	44	1	11	1	11	—	—	0	0
11	0.3	2.10	0.63	12	5	42	4	33	2	16	—	—	0	0
12	0.2	2.68	0.53	9	3	33	2	22	0	0				
13	0.2	3.35	0.63	9	4	44	3	33	3	33	2	22	0	0
14	0.2	2.84	0.56	11	4	36	—	—	1	9	—	—	0	0
15	0.2	3.65	0.62	10	5	50	3	30	2	20	1	10	0	0
16	0.2	3.35	0.67	9	4	44	4	44	2	22	2	22	0	0
17	0.2	3.65	0.73	12	6	50	5	42	3	33	3	33	0	0
18	0.2	2.68	0.53	9	3	33	3	33	2	22	1	11	0	0
19	0.2	3.10	0.73	10	4	40	4	40	1	10	1	10	0	0
20	0.2	3.10	0.62	10	4	40	4	40	2	20	1	10	0	0
21	0.2	3.35	0.67	9	4	44	4	44	2	22	1	11	0	0
22	0.2	3.65	0.73	10	5	50	4	40	1	10	—	—	0	0
27	0.2	3.35	0.67	9	4	44	4	44	3	33	3	33	0	0
29	0.5	0.72	0.36	10	2	20	1	10	0	0				
30	0.5	0.36	0.36	10	2	20	1	10	0	0				
31	0.4	0.56	0.22	10	1	10	—	—	0	0				
32	0.5	0.45	0.22	10	1	10	—	0						
35	0.2	2.84	0.56	11	4	36	4	36	3	27	—	—	0	0

本研究を行うにあたり京大教授上坂章次博士の御助言を賜つた．また供試牛その他に関し岡山県千屋種畜場長梶並久雄氏，及び同技師嘉寿頼栄氏から多大の御援助を戴いた．

また，Dr. E. H. Frieden (Arthritis Research Laboratory, New England medical Center, Boston, Mass.) 及び Dr. R. R. V, Talmage (Rice Institute, Houston, Texas) 及び Dr. A. E. Dracy (Dairy Husbandry Bacteriology Dept, State College of S. Dok.) からリラキシンに関する文献を戴き，特に Dr. E. H. Frieden からは貴重なリラキシン製品を戴いた．こゝに記して衷心より深謝の意を表する．

尚，本研究の一部は文部省科学研究助成費によつて行つた．当局に謝意を表する．

摘　　　　要

（１） 和牛の妊娠及び分娩後の各時期の血清34例につき，そのリラキシンを検定した．

（２） リラキシンの検定は Abramowitz et al. (1944) の方法を僅かに修飾した方法（前処理に於ける Estradiol benzoate の日量を 0.8γ にした）によつて行い，リラキシンの単位を GPU で示した．

リラキシンの単位の計算を容易にする為に Abramowitz et al. の描いた標準曲線を方眼紙上に拡大複写し，反応率と用量の関係を一つの Standard table にした．而してこれに試験動物の反応率をあてはめればリラキシンの単位を読みとることが出来る．

（３） これらの試験の成績は第３表に示し，また曲線として第１図に示した．被検血清は妊娠の略１ヶ月過ぎから 0.8GPU 程度のリラキシンを含んでいた．リラキシン含量は６～７月頃までは比較的急激に増加し，而して最高値（略3.6GPU）に達し極く僅かに増加しながら妊娠の残余の期間，維持せられる．

（４） 分娩後，血液中に於けるリラキシンの濃度は急に低下し，そして減少を続けた．分娩後１週間すると，その濃度は痕跡程度又は検知し得ざる量にまで減少する．

（５） 此の血清中に於けるリラキシンの曲線の型は筆者等が前報で報じた乳牛のそれと一致しており，また大川 (1953) が報じた和牛の妊娠及び分娩後の骨盤の弛緩及び復旧の状態とよく符合している．

（６） これらのことから妊娠後期及び分娩時に於ける骨盤の靱帯の弛緩や，その離開には，リラキシンが少くともその原因の或る部分を担つているものと思われる．

（７） 血清リラキシンを多量注射されたものは，一般的に反応率も大きいが，骨盤弛緩の持続時間も長かつた．

（８） 血清リラキシンの含量と産次や産犢の性との間には関係がなかつた．

文　　　　献

1) Abramowitz, A. A., Money, W. L., Zarrow, M. X., Talmage, R. V., Kleinholz, L. H. and Hisaw, F. L. (1944) : Preparation, biological assay and properties of relaxin. Endocrinol., **34**, 103～114.

2) Dukes, H. H. (1951) : The physiology of domestic animals. 6th. Ed., 741, Comstock Publishing Company

3) Elliott, J. R. and Turner, C. W. (1951) : Mammary spreading factor and relaxin. Proc. Soc. Exper, Biol. and Med., **77**, 33～35.

4) Elliott, J. R. and Turner, C. W. (1953) : The mammary gland spreadina factor. University of Missouri College of Agriculture, Agricultural experiment station, Research Bul. No. 537.

5) Emmens, C. W. (1950) : Hormone Assay. 435～440, Academic Press Inc., Publishers, New York

6) Frieden, E. H. (1951) : The effects of cystine and other reducing agents upon relaxin. Archives of Biochemistry, **30**, 138～143.

7) Frieden, E. H. and Hisaw, F. L. (1953) : Recent progress in hormone research. The biochemistry of relaxin. Proceedings of the Laurentian Hormone Conference, Vol. **8**, 333～378.

8) Hall, K. (1950) : The effect of oestrone and progestrone on the hisrtogical structure of the symphysis pubis of the castrated female mouse. J. Endocrinol., **7**, 55～63.

9) Hall, K. (1950) : The effect of hysterectomy on the action of oestrone on the symphysis pubis of ovariectomized mice. J. Endocrinol., **7**, 299～306.

10) Hisaw, F.L. (1926) : Experimental relaxation of the pubic ligament of the guinea pig. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., **23**, 661～663.

11) Hisaw, F.L., Zarrow, M.X., Money, W.L., Talmage, R.V.N. and Abramowitz, A.A. (1944) : Importance of the female reproductive tract in the formation of the relaxin. Endocrinol., **34**, 122～134.

12) Kliman, B. and Salphanick, H.A. (1952) : Relaxation of pubic symphysis of the mouse during the estrous cycle and pseudopregnancy. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., **81**, 201～202.

13) Marder, S.N. and Money, W.L. (1944) : Concentration of relaxin in the blood serum of pregnant and postpartum rabbits. Endocrinol, **34**, 115～121.

14) Okawa, T (1953) : Statistical observations in the chenges of pelvis during the periods of pregnancy and deliverly of the Japanese breed of cattle. (in Japanese) Chugoku-Shikoku Agr. Research, No. 4, 68～70.

15) Parkes, A.S. (1952) : Marshall's physiology of reproduction. Vol. **2**, 313. Longmans, Green and Co. Ltd.

16) 佐藤繁雄，星修三 (1952)：家畜臨牀繁殖学，109～117，朝倉書店.

17) Talmage, R.V. and Hurst, W.R. (1950) : Variability in the response of the symphysis pubis of the guinea-pig to relaxin. J. Endocrinol., **7**, 24～30.

18) Talmage, R.V. (1950) : The role of estrogen in the estrogen-relaxin relationship in symphyseal relaxation. Endocrinol., **47**, 75～82.

19) Talmage, R.V. and Garrett, F.A. (1951) : Effect of repeated injections steroid and relaxin on the symphysis pubis of the guinea pig as studied by X-ray. Endocrinol., **48**, 162～168.

20) Todd, T.W. (1923) : The pubic symphysis of the guinea pig in relation to pregnancy and parturition. Am. J. Anat., **31**, 345～357.

21) Trentin, J.J. (1951) : Relaxin and mammary grouth in the mouse. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., **78**, 9～11.

22) Wada, H and M. Yuhara : Studies on relaxin in ruminants. (1) Relaxin content of the blood serum of pregnant and postpartum dairy cows (in Japanese). Jap. J. Zootech. Sci. (in press)

23) Zarrow, M.X. (1947) : Relaxin content of blood, urin and other tissues of pregnant and postpartum guinea pigs. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., **66**, 488～491.

反芻家畜の Relaxin に関する研究

(3) 牛の血清中に於ける Relaxin 含量と Arginine の濃度

和　田　　宏・湯　原　正　高

(岡山大学農学部)

Studies on the Relaxin in Ruminants

(3) Relaxin content and concentration of arginine in the blood serum of cow.

Hiroshi WADA and Masataka YUHARA

(Faculty of Agriculture, Okayama University)

(1) As it was noted by other investigators that guanidyl groups of arginine are essential for physiological activity of relaxin, the present experiments were carried out in order to find the relation between relaxin and arginine amount in the blood serum of the cow.

(2) For determination of the amount of arginine, Sakaguchi reaction was resorted to and extinction of the colour developed by the reaction was estimated by the spectrophotometer.

(3) Using with arginine monochlorohydrate solution in the distilled water, tests were performed in order to determine the optimum conditions in Sakaguchi reaction under which colour development is satisfactory. Under the optimum conditions thus determined, extinction coefficient of arginine was obtained and standard curve of arginine was plotted.

(4) On the blood serum of cow at various stage of pregnancy diluted with the distilled water, Sakaguchi reactions were performed using cuvette of 5 mm in thickness, and extinction of colour developed was measured at 500 mμ of wave length. We consider the value given by the following formula the concentration of arginine.

$$\text{mg of Arginine/cc.} = \text{Extinction coefficient} \times \text{Extinction} \times \text{rate of dilution}$$

(Extinction coefficient : 0.02236)

Arginine concentration of the blood serum of cow obtained from these experiments was 1.705 mg/cc., ranging 1.475 to 1.895 mg/cc.

(5) No relation was found between the relaxin content determined by the method of Abramowitz et al. and arginine concentration in the blood serum.

(6) While arginine is contained as a constant constituent of the blood serum in a considerable amount, the amount of relaxin in the blood serum is a small quantity. The arginine contained in relaxin will make a very minute part of the arginine in the blood.

Accordingly, a slight change in the amount of relaxin does not affect the results of Sakaguchi reaction of the blood serum.

緒　　　言

モルモットの骨盤の弛緩を起す活性物質が Hisaw（1926）によりリラキシンと命名された．その後の研究により妊娠中の数種の哺乳動物の血液中，またはブタの卵巣の黄体及びその他の部分にも含まれており，イエウサギの胎盤からも抽出されている．またこれが妊娠したウシの血清に含まれていること及びその消長については，これまで筆者等が報告した通りである．その化学的性質は Fevold, Hisaw and Meyer (1930) 及びその後の研究により略明らかにせられた．

併しながら筆者等の知る限りに於ては化学的に均一なリラキシンの製品は得られていない．これまで得られた最も力価の高いリラキシン製品の電気泳動的研究は，リラキシンが荷電や分子の大きさと密接な関係のある化合物の混合したものであり，精製の過程に於いてその電気泳動的特性が変ることが示されている[4]．窒素含量及び含有アミノ酸なども略明らかになつているが，特に生物学的活性に対しては Arginine の存在が必要であり，就中 Guanidyl 基が必須要素であることが知られている．Arginine など Guanidyl 基を有する化合物の呈色反応として坂口反応が知られている．普通のアミノ酸の中では Arginine のみが陽性であつて，Creatine は陰性であり Guanidine 自体も殆んど発色しないので普通は Arginine に対する最も鋭敏な反応（感度は百万分の一）として坂口反応が応用せられる．Arginine 以外の血液中に於ける坂口反応呈色物質の存在については今直ちに之を明らかにし得ないが，妊娠中に於ける血液のリラキシンの量の消長をこれまで報告したので，これらとの関連に於いて坂口応反の結果から算出した Arginine の量の妊娠時期による変化の有無を知る為に此の実験を行つた．

実験方法及び材料

坂口反応によりて生ずる呈色は安定ではなく，反応に関係する試薬の量的関係及び混合の時間的関係によりて，かなり異ることを知つた．そこで先づ塩酸 Arginine（日の出製薬の L-Arginine Monochlorohydrate を使用，本品は 80％の L-Arginine を含有するものである．）を蒸溜水に溶解し，それについて最高度の呈色を発現させる試薬間の量的並びに時間的条件を決めた．ついで妊娠各時期の牛の血清につき，前述の実験で決めた条件を基礎として坂口反応を行つた．此の場合，血清の稀釈には生理的食塩水を用いた．NaOBr 溶液は 5％の NaOH 溶液100cc. に臭素 2g を混和して調整した．Arginine 製品の発色には此の臭素溶液を 5 倍に稀釈して用い，血清の発色には原液のまゝ用いた．NaOH 溶液は 10％溶液を用いた．而して坂口反応の呈色を Spectro-Photometer（伊藤超短波研究所製，イトー．ベックマン B-1 型分光光電光度計を使用した）で測定し，その強さを吸光度で示した．

使用した血清は種々の妊娠期のホルスタイン種及び黒毛和種の頸静脈から清潔に採取した血液を無菌的に一昼夜室温に静置後，凝血を遠心分離して得られたもので，小瓶に入れパラフィンで密封して供試するまで 0°C の冷蔵庫に貯えたものであり，前報に述べたリラキシンの検定に使用したもののうちの一部のものである．また，これらの血清のリラキシンの検定は，Abramowitz et al. の方法に則り，その標準曲線から筆者等が作製した Standard table により，その単位を算出し GPU で示した．

実　験　成　績

I　坂口反応の各試薬間の量的並びに時間的関係についての実験

（1）Arginine の吸光度曲線　塩酸 Arginine を適宜蒸溜水に溶解して坂口反応を行い，蒸溜水を Blank として，波長 440mμ から 600mμ の範囲内に於いて 10mμ 毎に吸光度を測定した．Arginine の最大吸光度は 500mμ 附近にあることは，すでに知られているので本実験では，490mμ～510mμ の範囲内は一応 5 mμ 毎に吸光度を測定したが，これらの結果は第1表に示した．

Table 1.　Extinction of Arginine monochlorohydrate at various wave-length estimated by Sakaguchi reaction.

Wave length mμ	Test No.								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
440	0.268	—	—	—	—	0.345	0.345	0.276	0.240
450	0.310	0.337	0.255	0.488	0.420	0.420	0.415	0.330	0.275
460	0.360	0.360	0.300	0.570	0.485	0.500	0.495	0.398	0.323
470	0.420	0.402	0.349	0.720	0.572	0.580	0.585	0.474	0.393
480	0.490	0.480	0.398	0.850	0.682	0.690	0.695	0.546	0.462
490	0.530	0.490	0.432	0.970	0.770	0.750	0.732	0.625	0.510
500	0.550	0.500	0.440	1.000	0.773	0.770	0.780	0.640	0.530
510	0.540	0.459	0.428	0.955	0.760	0.755	0.765	0.610	0.514
520	0.520	0.430	0.410	0.870	0.700	0.730	0.750	0.595	0.494
530	0.488	0.410	0.376	0.720	0.610	0.665	0.690	0.545	0.450
540	0.380	0.310	0.310	0.550	0.475	0.555	0.575	0.440	0.360
550	0.220	0.182	0.185	0.280	0.250	0.340	0.345	0.360	0.298
560	0.120	0.115	0.110	0.146	0.132	0.160	0.165	0.130	0.105
570	0.065	0.060	0.058	0.080	0.068	0.070	0.080	0.065	0.053

l : 5 mm

The spectro-photometer of Beckman Model B-I type made by Ito Chotanpa Kenkyusho was used for this study.

これによつてみると，本実験に於いても坂口反応に於ける最大の吸収極大（λ max）は略 500mμ の波長で得られることが判つたので，以降の実験に於いて最大吸光度の測定は此の波長によつて行つた．

（2）Arginine の吸光度の時間による変化　肉眼的にみて，坂口反応の呈色が鮮紅色から橙黄色，黄色へと変化し漸次退色する．従つて各波長に於ける吸光度は時間と共に変化し吸収極大も移動する．此の時間的関係を明らかにする為に適宜，蒸溜水に溶解した Arginine につき，NaOH 溶液（10%水溶液），α-Naphtol-Alcohol 溶液（0.02%溶液）の添加量を一定にし NaOBr 溶液（本実験に於ける原液の5倍稀釈液）を加えてから，1乃至20分の間に於ける呈色を波長 500mμ で吸光度を測定した．その成績は第2表に示した．これによつてみると，吸光度は時間と共に増加（但し臭素の量が多すぎるときは吸光度は時間と共に減少する）するが，NaOBr 溶液添加後2～3分間の吸光度は略安定している．従つて臭素溶液混合後，この程度の時間に於ける測定が望ましいと思われた．

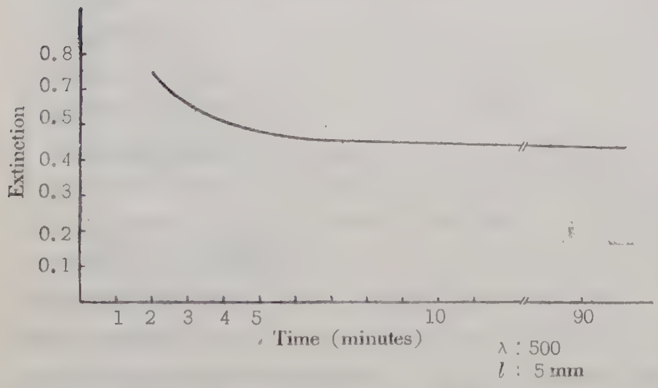
Table 2. Relation between extinction of colour developed and time elapsed after addition of NaOBr in Sakaguchi reaction with Arginine monochlorohydrate.

	Test No.	Time elapsed after addition of NaOBr (minutes)								
		1′	1′ 30″	2′	2′ 30″	3′	3′ 30″	4′	4′ 30″	5′
Extinction	64-4	—	0.960	0.960	0.948	0.950	0.950	0.970	0.980	1.000
	65-5	—	0.785	0.790	0.800	0.815	0.826	0.830	0.845	0.860
	66-5	0.337	0.365	0.368	0.380	0.390	0.402	0.410	0.420	0.438
	67-3	0.187	0.185	0.180	0.180	0.190	0.195	0.205	0.236	0.250
	68-1	—	0.218	0.220	0.233	0.248	0.252	0.260	0.282	0.310
	69-5	0.543	0.550	0.572	0.590	0.605	0.614	0.628	0.640	0.655
	70-2	0.172	0.172	0.178	0.176	0.177	0.190	0.240	0.290	0.310
	71-1	0.450	0.460	0.460	0.480	0.490	0.498	0.505	0.510	0.532
	73-3	0.621	0.620	0.630	0.630	0.638	0.645	0.655	0.670	0.684

λ : 500
l : 5 mm

（3） α-Naphtol 添加後 NaOBr 溶液混合までの時間と吸光度　α-Naphtol-Alcohol 溶液添加後，NaOBr 溶液混合までの時間は2～3分となつているが，本実験に於いても，その間の時間が長くなれば吸光度は低下することが判つた．その成績は第1図に示した．これらのことから，本実験に於いては α-Naphtol 溶液添加後2分30秒で臭素溶液を添加混合する様にした．

Fig. 1. Relation between extinction and length of time elapsed from addition of α-Naphtol alcoholic solution to addition of NaOBr solution in Sakaguchi reaction.



（4） NaOBr と Arginine の量的関係と吸光度　予備実験で NaOH 溶液や α-Naphtol 溶液は一定量以上ならば発色に殆んど関係しないことが判つたので，Arginine と臭素溶液の量的関係が発色に及ぼす影響を確めた．即ち一定量の塩酸 Arginine を蒸溜水に溶解し，α-Naphtol 添加後2分半に臭素溶液を混合し，臭素溶液混合の後，2分に波長 500mμ で吸光度を測定した．それぞれの Arginine 量に対し最適の NaOBr 量があり，その量までは吸光度は漸次増加し，その量を超えると却つて吸光度は減少する．これらのことはすでに知られた事実であるけれども，筆者等も之を確めた．

（5） Arginine の吸光度及び吸光係数坂口　反応に於ける発色の機構は非常に複雑で，充分明かになつていない．各試薬間の量的及び時間的関係が不適当なときは，呈色は甚だ不安定で，発色も充分でなく，また退色も早いことが判つたが，これに対し NaOBr の量的関係が特に重

要であることが知られている．よつて以上の実験にて得られた結果を基礎にし，最適の量的関係に於いて Arginine の坂口反応に於ける吸光度を測定した．

即ち塩酸 Arginine を蒸溜水に溶かして 2.5γ/cc. 乃至 25γ/cc. の濃度にした．この塩酸 Arginine 溶液 5 cc. に対し NaOH 溶液 1 cc. を混和し，之に α-Naphtol 溶液 1 cc. を加えた．α-Naphtol を添加後 2 分 30 秒で NaOBr 溶液を加えたが，初めは少な目に適宜加え，徐々に増加して最高吸光度を求めた．波長は 500mμ，Cuvette の厚さは 5 mm のものを使用し，塩酸 Arginine の各濃度につき数回の測定を行い，大体一致した数値が得られたが，それらの平均値を採つた．そして塩酸 Arginine の量を Arginine 量に換算した．此の結果は第 3 表に示し，また標準グラフは第 2 図に示した．

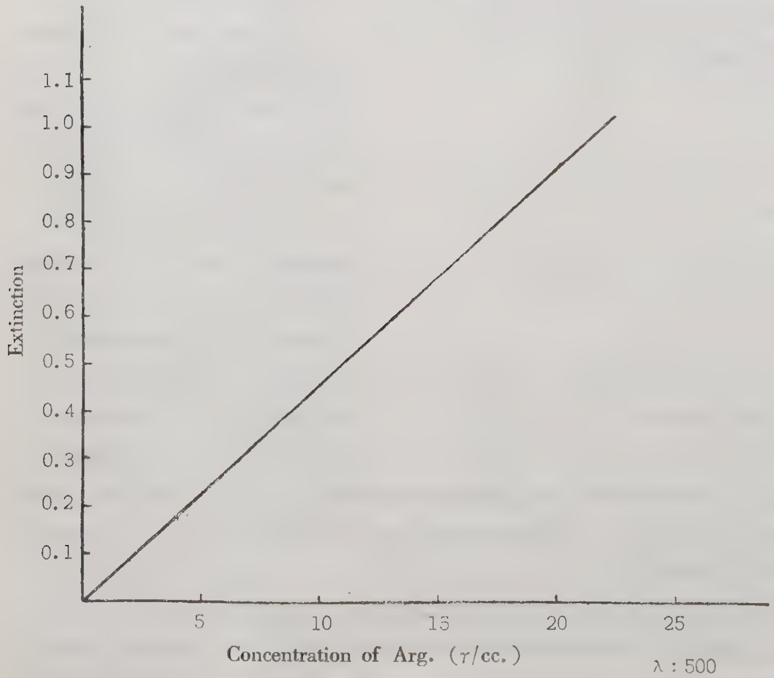
Table 3.　Extinction coefficient of Arginine obtained under conditions in our experiments.

Concentration L-Arg. mg/cc.	Extinction	Extinction coefficient
0.002	0.085	0.02352
0.004	0.176	0.02272
0.006	0.245	0.02448
0.008	0.355	0.02253
0.010	0.450	0.02222
0.012	0.565	0.02123
0.014	0.630	0.02222
0.016	0.767	0.02086
0.020	0.931	0.02148
Average		0.02236

λ : 500
l : 5 mm

また，それらに基いて Arginine の吸光係数（E）を求めたが本実験の条件下で E＝0.02236 となつた．

Fig. 2.　Standard curve of Arginine as determined by Sakaguchi reaction.



λ : 500
l : 5 mm

Ⅱ　坂口反応による血清中の Arginine の定量

（1）坂口反応に於ける血清の吸光度曲線　血清の坂口反応による呈色の吸光度曲線の型をみる為に，牛の妊娠中，及び非妊娠血清数例につき，各波長に於ける吸光度を測定した．血清は生理的食塩水で適宜稀釈した．従つて Blank としては生理的食塩水稀釈血清を用いたが，これは以下の実験のすべてに於いても同様である．その

得られた曲線型は第3図に示した．

また血清の採取に於いて完全にヘモグロビンの混入を避けることは困難と思われる．血清の坂口反応の吸光度測定に際し，ヘモグロビンの影響があることが考えられるので，一応ヘモグロビンそのものゝ吸光度を測定した．即ち兎の耳静脈から採取した血液を遠沈して得た血球に，もとの血液量の100倍及び200倍の蒸溜水を加えてヘモグロビン溶液をつくり，その色調の吸光度を測定した．その曲線型（100倍水溶液）は第4図に示した．これらの成績からみると，血清の坂口反応の最大吸收極大は略波長 500mμ にあり，ヘモグロビンの最大吸收極大は少くとも波長450mμ以下にあり，500mμ附近では吸收極小に近い値を示すことが判つた．

Fig. 3. Extinction curve of blood serum as obtained by Sakaguchi reaction.

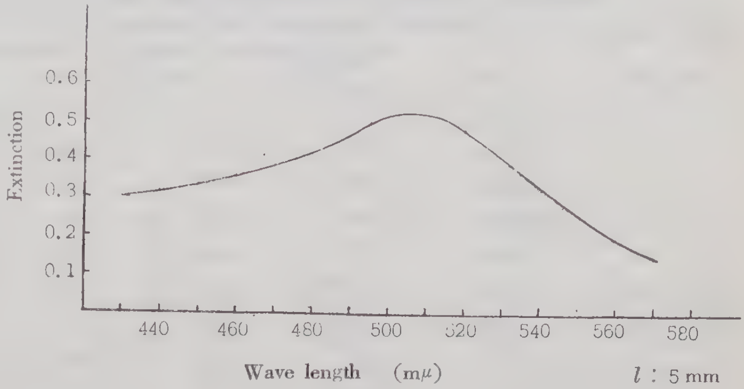
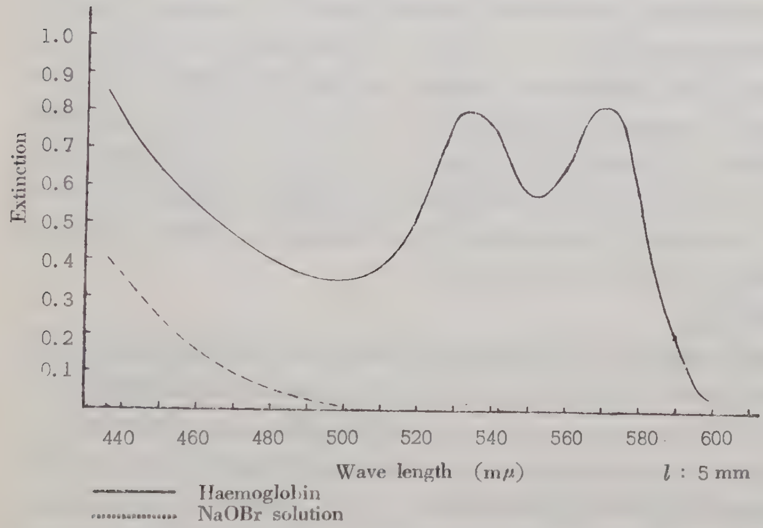


Fig. 4. Extinction curves of haemoglobin and NaOBr solution.



被検血清は少くとも肉眼的に血色素の混入のないものを用いたので，若し血色素の影響があつたとしても極めて微々たるものであつて誤差の範囲内であろうし，また NaOBr 溶液そのものゝ最大吸光度は波長 440mμ 以下にあり，500mμ では殆んど感じない．従つて波長 500mμ で，血清の坂口反応による吸光度を測定するときは，（NaOBr 溶液はもとよりのこと）ヘモグロビンの影響は考慮外におくことが出来る．

（2） 坂口反応に於ける血清の呈色の時間による変化　　妊娠及び非妊娠の牛の血清数例につき，波長 500mμ で坂口反応による呈色の吸光度を測定した．その結果は第4表に示したが，これによつてみると，血清の呈色は非常に安定であり，本表に揚げた以後の時間に於いても，長く紅色を保つて帯黄色になるのに極めて長時間を要し，少くとも数時間内に黄色を帯びたり，または退色することはなかつた．

Table 4. Relation between extinction of colour developed and time elapsed after addition of NaOBr in Sakaguchi reaction with blood serum of the cow.

	Test No.	Time elapsed after addition of NaOBr (minutes)					
		1′	1′ 30″	2′	3′	4′	5′
Extinction	1	0.417	0.418	0.418	0.418	0.420	0.420
	2	0.335	0.345	0.335	0.335	0.335	0.345
	3	0.530	0.530	0.530	0.530	0.530	0.532
	5	0.620	0.620	0.620	0.630	0.630	0.630
	6	0.310	0.310	0.320	0.320	0.320	0.320
	7	—	0.460	0.467	0.470	0.480	0.470
	9	—	0.330	0.325	0.320	0.320	0.360
	10	—	0.350	0.355	0.358	0.355	0.354
	11	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340
	12	0.315	0.320	0.318	0.315	0.315	0.315

λ : 500
l : 5 mm

Histidine, Tyrosine, Triptophan, Glycine 等は NaOBr を消費して Arginine の定量値を低くするが，NaOBr の量を適当に増加することによつて，その影響を除くことが出来ることが知られている．また硫化水素，尿素，Hydrazine, Aldehyde 等，酸化剤を消費するものは，それが臭素に対し多いいときは Arginine の呈色を阻害する．しかしまた，尿素などの酸化剤消費物質は過剰の NaOBr を破壊して呈色物質を安定化することも知られている．血清中には以上の様な物質が相当量含まれているので，過剰の NaOBr を吸收，または破壊する為に呈色が安定化するものと思われる．従つて血清の坂口反応の発色は吸光度の測定に対し，NaOBr 溶液添加後，退色までに比較的長い時間的ゆとりのあることがわかつた．

（3） 血清中の Arginine の量

以上得られたすべての結果を基礎とし，牛の血清に就いて坂口反応を行つた．即ち5 mmの Cuvette を用い，波長 500mμ で吸光度を測定した．坂口反応による血清中の呈色物質がすべて Arginine であると云うことは出来ないかも知れないが，一応 Arginine とし，第2図に示した検量グラフの吸光系数から次式の如くして血清 1 cc. 中の Arginine 濃度を算出した．(第5表).

mg Arginine/cc. = 0.02236×吸光度×稀釈率

但し 0.02236 は吸光係数，Cuvette の厚さ 5 mm

第5表に掲げた血清リラキシンの量は，筆者等がこれまで報告したものゝ中，坂口反応を行つたものを挙げたわけである．

このリラキシンと Arginine の量の間の関係については，一応，相関係数を計算したが，この両者の間には全く相関のないことがわかつた．従つてまた，妊娠時期及び分娩と血清中の Arginine 量の間にも全く相関のないことがわかつた．即ち血清中の Arginine 量は大体に於いて，恒常性が保たれており，妊娠及び分娩に伴う変化をみることが出来なかつた．妊娠及び分娩に伴う牛の血清中のリラキシンの消長については，筆者等がこれまで報告した通りであり，Frieden など Hisaw 一派の研究により，リラキシンの生物学的活性に対して Guanidyl 基の存

Table 5. Relation of relaxin content to the Arginine concentration in the blood serums of the pregnant and postpartum cows.

Cow		Stage of gestation days	Dilution rate of serum	Extinction of blood serum by Sakaguchi reaction	Arginine mg/cc.	Relaxin amount GPU/cc.
Prepartum	H. 1	30	150	0.545	1.827	1.00
	H. 1	66	150	0.530	1.777	1.40
	H. 2	91	150	0.465	1.794	1.53
	H. 4	104	150	0.465	1.559	1.59
	H. 1	120	150	0.455	1.526	2.21
	H. 3	131	150	0.520	1.744	1.36
	H. 3	150	150	0.461	1.546	2.58
	J. 8	152	150	0.545	1.827	2.84
	H. 4	173	150	0.544	1.824	3.44
	H. 4	204	150	0.523	1.754	3.40
	H. 1	210	150	0.460	1.542	3.60
	H. 2	243	150	0.490	1.643	3.60
	H. 6	276	150	0.530	1.777	4.40
	H. 2	278	150	0.520	1.744	4.30
	J. 3	285	150	0.565	1.895	3.35
Postpartum	H. 4	1	150	0.515	1.727	0.50
	J. 8	3	150	0.496	1.663	0.56
	H. 2	5	150	0.520	1.744	0
	H. 1	5	150	0.525	1.760	0.39
	H. 3	7	150	0.443	1.485	0.42
	J. 4	9	150	0.565	1.895	0.45
	H. 3	10	100	0.660	1.475	0

H : Holstein
J : Japanese Black breed

在が必須の要素であることが立証されていることは既に述べた通りである．しかし乍らリラキシン製品1mg の中に数百単位の力価のあるものゝあることゝも考え合せて，血清中のリラキシンも，その濃度を重量で示せば極く微量のものであろうと思われる．また，そのリラキシンの一構成分子としての Arginine の量は一層，微々たるものであろう．然るに血清成分としての Arginine は，可成り多量に存在しているものと思われる．（電気泳動的研究からみた蛋白分劃から計算すれば血清中の Arginine の量は 3.5mg/cc 前後になる）.

哺乳動物に於ては，胚の発生過程に生ずるアンモニヤや尿素などの老廃物は胎盤を通して母体と拡散交流し，その腎から排泄せられるので，卵生動物の閉鎖卵などの場合の如くに，その毒性を減ずる為に之を尿酸に変ずる必要はなく，アンモニヤの除毒には尿素の生成で充分である．尿素の生成に関する Ornithine Cycle に於ける最も重要な酵素として Arginase が関連しており，また此の酵素は Arginine の加水分解酵素である．また一方 Rose によれば，Arginine はヒトの生長には不可欠ではないが，その精子の形成に重要な役割があり，鼠に対しては，その生長にも必要で，これが欠けると生長速度が低下すると云われている．此の様なことから Arginase とか Arginine が生殖現象や胎胚の発生過程と何か重要な関係があることが思推せられる．然し

ながら本実験の条件下では，血清1cc.中の Arginine 量は 1.475～1.895mg，平均 1.705mg であり，妊娠時期や血清リラキシンの量との間には何の関係も見出し得なかつた．

本研究の一部は文部省科学研究助成補助金によつて行つた．こゝに記して当局に深謝の意を表する．

摘　　　　要

（1） Arginine 中の Guanidyl 基がリラキシンの生物学的活性に対し，必須要素であることが知られているので，牛の血清中のリラキシンと Arginine の量の間の関係をみる為に此の研究を行つた．

（2） Arginine の定量としては，坂口反応を行い，その呈色の吸光度を光電光度計により測定した．

（3） 塩酸 Arginine を蒸溜水に溶解し，それについて坂口反応を行い，充分な呈色のための最適の諸条件を決めた．これらの条件によつて Arginine の吸光系数を求め，標準曲線を描いた．

（4） 妊娠の各時期に於ける牛の血清を生理的食塩水で稀釈し，それについて坂口反応を行い波長 500mμ，5mmの Cuvette で吸光度を測定した．次式によつて得られる価を血清中の Arginine 濃度と考えた．これによつて得られた牛の血清 Arginine の濃度は1cc.当り 1.475～1.895mg，平均 1.705mg であつた．

mg Arginine/cc.＝吸光係数×吸光度×稀釈率

但し吸光係数：0.02236

l：5mm

（5） Abramowitz et al. のBioassay method で検定した牛の妊娠血清中の Relaxin 濃度と Arginine 濃度は全く無関係であつた．

（6） これは Arginine が血清中に恒常的成分としてかなり多量に存在しているのに対し，血清中の微量のリラキシンの一成分であるArginine は血清中の Arginine の極く僅かな一部である．従つてリラキシンの量に於ける僅かな変化は血清の坂口反応に影響しない．

文　　　　献

1） 赤堀四郎，水島三一郎（1954）：蛋白質化学，1巻～3巻，共立出版社．

2） Baldwin, E.（1949）：An introduction to comparative biochemistry. 47～63, Cambridge University Press.

3） Frieden, E. H.（1951）：The effects of cystine and other reducing agents upon relaxin. Archives of Biochemistry, **30**, 138～143.

4） Frieden, E. H. and Hisaw, F. L.（1953）：Recent progress in hormone research. The biochemistry of relaxin. Proceedings of the Laurentian Hormone Conference, **8**, 333～378.

5） Frieden, E. H. and Martin, A. S.（1954）：Uptake of Glycine —1— C^{14} by connective tissue. 1. Effects of estrogen and relaxin. J. Biol. Chem., **207**, **1**, 133～142.

6） Sumner, J. B.（1952）：The enzymes, Ⅱ, 866～870.

7） 斉藤正行（1952）：光電比色計による臨床化学検査，南山堂．

8） Wada, H. and M. Yuhara（1955）：Studies on relaxin in ruminants.（2）Relaxin content of the blood serum of pregnant and postpartum cows of the Japanese Black breed of cattle (in Japanese). Sci. Rep. Facul. Agr. Okayama Univ. 7, 13～21.

9） Wada, H. and M. Yuhara：Studies on relaxin in ruminants.（1）Relaxin content of the blood serum of pregnant and postpartum dairy cows (in Japanese). Jap. J. Zootech. Sci. (in press)

二，三観賞花卉種子の発芽試験について

安　田　　勳

On the Germination Tests of Some Flower Seeds

Isao YASUDA

1. The materials used in the experiments are the seeds of a *Mimosa* sp., *Acacia* (*dealbata*) and *Aster* (*Callistephus*).

Mimosa sp. are imported seeds, *Acacias* and *Asters* are seeds newly harvested at Okayama University.

2. The seeds for germination tests were placed in the Petri dish with blotting paper after the seeds are were soaked in Uspulun solution (0.8%) for 20 minutes.

3. Germination per centages of *Mimosa* and *Acacia* seeds are very low according to the ordinary method. When the tip of seed is cut or injured, germination of *Mimosa* and of *Acacia* is almost perfect, but the germination in the humus soil is not so good as *Impatiens Balsamina* L. Therefore, the cause of imperfect germination exist in stiffness of seed-coats.

The hardness of *Mimosa* resembles uncleaned rice.

4. When *Mimosa* seeds are treated with H_2SO_4(98% conc.) or NaOH(nearly saturated solution) for about one-half hour, germination is considerably better.

5. Considering that *Aster* seeds which are sawn in autumn germinate considerably well (about 70～80%), sowing the seeds immediately after harvest is practicable.

1. 實験の目的

この実験では *Mimosa* sp.（品種名不詳）と *Aster*（=*Callistephus chinensis*）の二つを用い，前者に於ては硬実種子を人工処理で発芽を完全にする方法，後者に於ては収穫直後即ち採播法が発芽に及ぼす影響を知るためそれぞれ簡単な実験を行つた．今少し具体的に云うなら，*Mimosa* は主として中南米を原産地とする荳科の灌木で，我が国に輸入された種子であるが，それを普通の方法で播くと発芽が頗る悪く，微温湯に浸しても多くを期待することが出来ないので，種子の先端を切断，或は硫酸や苛性ソーダの濃液に浸すことにより発芽によい影響があるか否かを試みた．一方，アスターは従来は春播が主であつたから，播く種子は前年の秋に採種すればよかつたのであるが，近年は電照栽培や秋播栽培によつて８～９月には播種をしなければならなくなり，そのため種子を早く採る必要に迫られているが，早く採ると新しい種子は発芽が悪いので困つているという話を聞き，自分で採種した材料を用い，果してこのような事実があるか否かを確かめるため実験を行つて見た．

2. 實験材料及び實験方法

（A）*Mimosa* sp.：昭和30年５月，某税関（植物検疫所）で輸入したという黒色の硬い種子を島根農科大学長竹崎嘉徳博士より譲渡せられたものである．これと似た性質を有すると思われ

る濠洲原産の *Acacia dealbata* LINK. をも用いて見たが，これは当大学の圃場に栽培されたものの種子である.

実験方法として無処理のものの外，次のような方法を行つて見た.

(イ) 室温 20°C 以下の時，20°C の定温器内で浸水した

(ロ) 種子の先端を小刀で傷ける

(ハ) 濃硫酸（98%）に 3,5,10,20,30 分及び1時間浸漬

(ニ) 苛性ソーダの濃厚液（飽和液に近い）に 3,5,10,20,30 分及び1時間浸漬

(ホ) 腐葉土交りの土に播種

（B） *Acacia dealbata* LINK.：普通何処にでも見られ，種子も販売されているが，普通に播くとやはり発芽が非常にわるい．一般にはやはり湯浸によつて発芽を良好ならしめる方法をとつているが，あまり発芽率がよくないので，ミモーザと同様，切断区を作つて見た．H_2SO_4 や NaOH は種子の分量が少なかつたので試験を見合せた.

（C） *Aster*（＝*Callistephus chinensis* NEES）：前年（1954）秋9月上旬に播き，フレーム内で育苗，今年5月に開花した「ありあけ」，「さをとめ」の2品種の中から自然に結実した種子を用いた．即ち5月30日に採種したものを6月3日と6月21日の2回に分けて発芽試験に供した.

発芽試験の容器は一部実験のために腐葉土交りの播土を使つた外はすべて径9糎のシャーレに濾紙を敷き，ウスプルンの800倍液で消毒した後一度水洗をし直ちに置床して室内の日陰におき，常温（室温）に置いて結果を検査した.

3. 實 験 結 果

(1) *Mimosa* sp. について

1955年4月22日，種子を水を入れたフラスコに入れ，20°C の定温器に入れた所，翌日少数の種子が吸水して膨大したのでこの種子をシャーレ内で発芽せしめた所，膨大したものはよく発芽した．然し，この方法では発芽率は播種量の1割に充たない位である．それで，この発芽しない種子だけを小刀で子葉の先端（胚のある所と反対の部）をほんの少しきりとり，シャーレ内に置き，20°C に保つた所，翌日から翌々日（3日間）には全部発芽した．この実験はその後必要に応じて何回も繰返したが殆んど完全で100%近く生えることは明かである．供試粒数は10粒，20粒という風に区々ではあつたが何れも完全に発芽するので，特に数字を以て表わす必要はないと思う.

それで，*Mimosa* の発芽の悪いのはその種皮の異常な堅さにあると想像し，試みに一度浸水したものと乾燥したままのものとの剛度を硬度計によつて測定した所，大体玄米と似た程度の硬さであることが解つた．即ち浸水した区（19個平均）は 30°C で 7.06kg，乾燥区（20個平均）は 8.79kg という数字が出た．玄米の剛度は特に検査した訳でないが，岡村保博士（1940）によると，30°C の場合，水分18%で挫折5.73，圧砕7.81となつている．ミモザの剛度を測定した結果は第1表の通りである.

第1表の中 Wet seed（湿種子）というのは一度水浸しても発芽せぬもの，乾種子というのは自然のままに保存された種子であるが，湿つたものが幾分剛度は小さくなつている.

次に，種子を濃硫酸及び苛性ソーダに浸漬して見ての効果をしらべた所，両薬剤共かなりの濃さにしてそれぞれ種子を 3,5,10,20 分と時間を延長していつても殆んど発芽を促進しない．H_2SO_4 は98%液，NaOH は殆んど飽和液に近いものを用いたのである．所が，25～30 分間浸

Table 1. Hardness of seed-coat of *Mimosa* sp.

Wet seed				Dry seed			
No.	Hardness	No.	Hardness	No.	Hardness	No.	Hardness
1	6.6 kg	11	6.10kg	1	6.95kg	11	8.20kg
2	7.35	12	7.05	2	8.20	12	11.90
3	6.95	13	6.45	3	7.65	13	6.65
4	5.95	14	9.70	4	8.25	14	10.60
5	8.35	15	5.55	5	6.50	15	11.65
6	5.95	16	6.65	6	6.00	16	9.50
7	10.70	17	7.95	7	7.20	17	9.80
8	6.75	18	6.60	8	12.40	18	9.25
9	6.95	19	5.60	9	10.85	19	9.75
10	6.95	20	—	10	7.30	20	7.10
Mean 7.06kg				Mean 8.79kg			

Date of experiment, June 24, 1955

漬すると幾分効果があり，若干の発芽を見た．更に1時間に延長して同様の実験をして見たが，その結果は必らずしも30分区よりよくはならない．それ以上の時間に浸漬することは目下実験継続中であるが，大して多くを期待し得ないような気がする．1時間浸漬すると種皮を侵浸するため種子が枯死したのではないかという疑いをもち，発芽しなかつた種子の一部又は全部について切断処理をした所，翌日は全部種子が膨大し，3日目には全部発芽した．それ故，ミモザの種子は頗る種皮の堅牢なもので，この程度の薬品処理で枯死するものではないことが解つた．次に，これまで実験を試みた成績表をとりまとめて示して見る．

Table 2. The germination per centage of *Mimosa* sp. which were treated with H_2SO_4 and NaOH solutions.

No.	medicine	Period soaked (minutes)	Total number treated	individuals germinated	Date of treatment
1	H_2SO_4	3	7	0	July 7
2	NaOH	3	7	0	〃 〃
3	NaOH	20	11	0	〃 〃
4	H_2SO_4	5	5	0	〃 〃
5	H_2SO_4	10	5	1	〃 〃
6	H_2SO_4	25	50	2	July 8
7	NaOH	25	48	18	〃 〃
8	H_2SO_4	60	50	3	July 9
9	NaOH	60	50	1	〃 〃

以上のように NaOH の25～30分区はやや効果があつたが，その他は大したことがない．

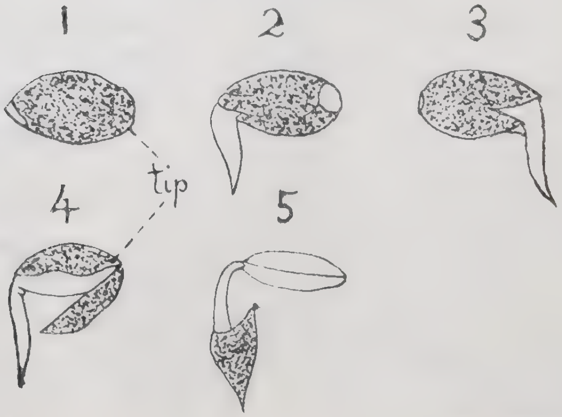
(2) *Acacia dealbata* について

Acacia 類も普通の方法では発芽の悪いもので，従来はやはり微温湯に浸した後，春播する習慣があるが，これも *Mimosa* と同様，播く前に種子の先端を傷けて種皮から吸水し易くすると殆んど100%発芽可能である．種子数が少かつたので，*Acacia* の方は H_2SO_4 及び NaOH に依る実験は行なわなかつた．

(3) *Aster* について

実験の目的の項にも記した通り，冬季の電照栽培や秋播栽培では播種期が8月下旬乃至9月初

Fig. 1. The seed of *Mimosa* sp. and its germinative condition.
1. whole shape (before germination), 2～5. germinative condition. (2— cutseed, 3— injured seed)



旬となるので，その年採つた種子を使うには時期的に間に合わない．業者が秋播用として新鮮な種子を売り出すにはおそくも6～7月には種子が採れなければならない．現在は秋播，電照操作などで時期には間に合うよう種子は採れるが，採播のため発芽が非常に悪いというので，それをたしかめるため，昨年8月25日下種，今年開花結実したものを自家採種して数回に亘り，発芽の状態を検した．

Table 3. Germination tests of *Asters*, immediately harvested (1955)

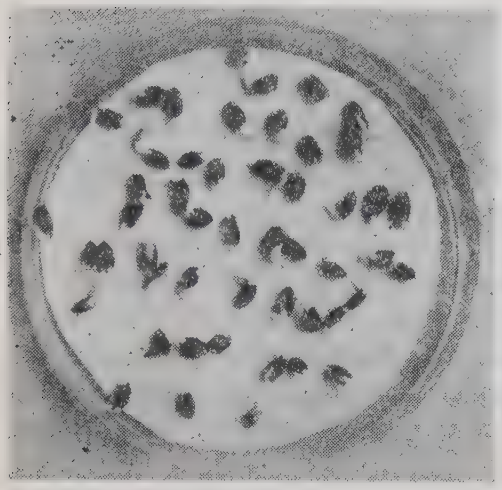
Variety	Total number treated	individuals germinated	germination %	Date of Harvest	Date of test biginning
Saotome	120	105	87.5	May 30	June 3
〃	100	80	80.0	〃 〃	
Ariake	200	140	70.0	June 22	July 2

この表の如く採種して3～7日以内に播いたものでも70～87.5%の発芽率を示しているからアスターの採播は実用的効果があると思われる．品種の異ることも一つの原因かも知れないが，第2回目の発芽率が落ちたのは室温が30°C内外となつたためと思われる．アスターの発芽最適温度は20～25°Cで，真夏になると発芽が悪くなるのを休眠の為と考えられ勝で，暖地では発芽が困難となる．

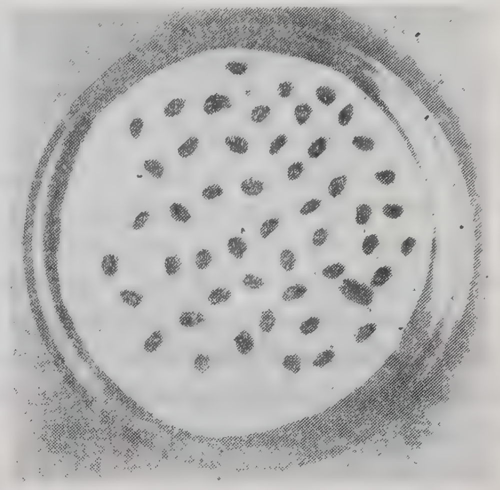
一方，古種子（1953年採種）はどの位の発芽率があるかを検した所，品種によつて異るも，概して1年以上を経た種子は発芽が頗るわるい．次に，1954年の1月と1955年の7月との試験成績を示して見ると，第4表の如くである．

上のように1年又はそれ以上を経ると発芽率が頗る悪くなるので，実際的には可なり多量の種子を播くことにより苗を確保しなければならない．それに比較すれば収穫直後の種子の発芽率は遙かによい．

Fig. 2. Germinative condition of *Mimosa* sp. seeds in Petri dish.

A 

A. cut seeds

 B

B. normal (no cut) seeds

Table 4. Germination test of Aster seeds which were harvested one or more years ago.

Variety	The year harvested	Germination % *	Germination % **
Kusudama	1953	64	5
Kujunichi	〃	38	24
Shirotae	〃	15	0
Hinotsukasa	〃	46	26
Saotome	〃	40	15
Pompon No. 1	〃	12	21
〃 No. 2	〃	81	—
Late upright	〃	4	3
Mean		37.5	13.4

* Experienced from Jan. 18 to 29, at 20°C (1955)

** Experienced from June 30 to July 15, at room temp. (1955)

要　　約

1. 実験に供した材料はミモザ（*Mimosa* sp.），アカシヤ（*Acacia dealbata*）及びアスター（*Aster*=*Callistephus*）の種子で，ミモザは輸入種子，アカシヤ及びアスター種子の一部は自家採種の新種子である．

2. 発芽試験の方法はシャーレに濾紙を敷き，ミモザとアカシヤはそのまま，アスターは800倍のウスプルン溶液に約30分浸漬した後，実験に供した．

3. ミモザ及びアカシヤの種子はそのまま播いた場合は発芽率頗る低く殆んど実用にならぬが，種子の先端を切るとか，種皮に傷を付けると100％近く発芽する．然し，ホウセンカ（*Impatiens Balsamina*）の如く腐葉土に播いても殆んど発芽せぬ所から考えて不発芽の原因は種皮の硬さにあるようである．種子の剛度は殆んどイネの玄米に等しい．

4. ミモザの種子を硫酸（98％）や濃い苛性ソーダ液に浸した場合，割合効果のあつたのは30分浸漬区で，これより浸漬時間が短くとも，1時間に延しても効果は現われなかつた．

5. アスターを秋播して開花した株の種子を採播するとよく発芽（70～88％）する所から見て，アスターの採播は可能である．

参　考　文　献

1) 安田勲：ホウセンカの未熟種子発芽試験成績．農及園，**27**巻，**3**号，1952.
2) 安田勲：ホウセンカ種子の発芽．園芸学研究集録，第**6**輯，1953.
3) 安田貞雄：栽培学汎論（養賢堂）．1949.
4) 岡村保：米穀の品質に関する研究．大原農研特別報告第**5**号，P. 294～297，1940.

ジャガイモガ *Gnorimoschema operculella* (ZELLER). の発育に及ぼす恒温の影響

小　泉　憲　治

Effect of Constant Temperature upon the Development of the Potato Tuber Moth, *Gnorimoschema operculella* (ZELLER).

Kenji KOIZUMI

In May 1954, the Potato Tuber Moth, *Gnorimoschema operculella* (ZELLER), was found in todacco field at Kawaziri-cho in Hiroshima Prefecture ; this is the first discovery of this pest in Japan.

After that time this new pest was also found at Saseho and Fukuoka in Kiyushu and now this troublesome pest seems to have become established on our land. It has been presumed that this imigrant seems to have been brought by the Australian Troop, which has been stationed at Kure since Japan was occupid by the Allied Forces after the World War Ⅱ.

The present article is the report on the effect of constant temperature upon the development of various stages of the Tuber Moth which has become established under the japanese climate.

The present studies have been carried out under the following experimental conditions: 1. the constant temperatures were 10, 12, 15, 18, 20, 25, 27, 28, 30, 33, 35, 38 and 40°C. ; 2. the relative humidity of each incubator was kept 80~90% at 10~15°C. and 50~70% at 18~40°C. ; 3. the potatoes used in rearing the larva were the race "*Danshaku*" which belongs mealy type and of about egg size ; 4. the population density in rearing of larvae was rather high and 5. all materials used in each experiment were reared at 27°C. and transferred to the experimental temperatures.

The results obtained are shown in Tables 1~9 and Figures 1~5 and summarised as follows : —

1. The development of each stage occurred under the experimental temperatures ranging from 10 to 40°C. ; and the developmental period decreased with the rise in temperature from 10 to 35°C.

Although the threshold of development was not determined, the minimum effective temperature seems to be below 10°C. and the maximum effective temperature lies near 40°C., considering the percentage of development and of sound individuals. It seems somewhat noteworthy that at 10°C nearly 50% of individuals of a stage could transform to the next stage ; the adult could, though in smoll numbers, mate and oviposit apparently normally at 10°C. ; and at 40°C. the embryonic development was observed, but the embryo failed to hatch and the other stages could not develop at this temperature normally.

2. It seems that the medial temperature of all stages lies between 15 to 33°C. considering the shape of the velocity curve, the normal development and reproduction under these temperatures. The rate of development of each stage is most rapid at 35°C.

3. The male which is reared under high temperature such as 35 or 38°C. through its prepupal and pupal period is sterile, while the female is not when reared under the same conditions. (Table 5.)

4. The larval period is shorter, while the pupal period is longer in the male than in the female ; and the prepupal period is approximately equal in both sexes. (Tables 2～4)

5. As shown in Table 9, the percentage of the duration which occupies of the whole developmental period is almost equal under the experimental temperatures tested, but the percentage of the egg period tends to increase towards low temperatures while the percentage of the larval period tends to decrease. No change has been observed in the other stages.

1954年5月，ジャガイモガ (*Gnorimoschema operculella* (Zeller)) が広島県川尻町に侵入土着していることを確認して以来，この新害虫の理解のために既往の研究資料を通覧したが，世界的な有名害虫なるにも関らず，その生態を明らかにした正確な資料が意外に乏しく，多大の不便を感じた．そこで，かなり基礎的な面ででも一応わが国に侵入土着している個体群について研究してみる必要を感じた．

本種のように休眠性のない昆虫では，その年間発生回数，各季における発育速度，分布の限界等は，温度に支配される面が大きいと考えられるので，温度と発育との関係に関する資料を得んとし，まず各種恒温と発育速度との関係を調査した．恒温を得るため1954年9月下旬より実験を始めたが，1955年3月中旬には実験を中止せざるを得なくなつたため，得たところは未だ甚だ不備であるが，とりあえず得たところを以下に記して本害虫の資料としたい．

本研究に多大の援助を頂いた専売公社岡山地方局の大塚生産部長に厚く御礼申述べる．

I　材料及び研究方法

1.　材料：広島県川尻町でタバコ葉中に潜入加害していた幼虫を馬鈴薯塊茎に移して飼育し4世代経過後のものより使用した．既に報じた如く[4]，広島へ侵入したものは1945，6年以後にオーストラリア方面より入り，この地の気候下に既に数年を経過したものと推定される．

2.　実験：供試個体の履歴を等しくするため全べて27°C恒温に飼育しておき，これより得た各ステージを目的温度に移した．取扱つた実験温度は 10, 12, 15, 18, 20, 25, 27, 28, 30, 33, 38 及び 40°C の13通りの恒温で，偏異は概ね 1°C 以内を保つた．恒温器内は全べて暗黒で，器内の関係湿度は概ね 15° 以下では 80～90 %，18°以上では 50～70 %であつた．各ステージの取扱は等しくないので，その詳細は各ステージ毎に実験結果中に述べる．

3.　飼育法：①．採卵は径 3.5cm，長さ 23cm の大試験管に羽化当日の成虫3対を入れ，口を黒色サージ布で蓋とし，ゴムバンドをしておくと交配当夜よりサージ布の布目に沿つて卵を規則正しく産下する．産卵は交配当夜より3日間にその大部分を産了するので3日を以つて採卵を打切つた．②．幼虫飼育は馬鈴薯（品種：男爵）の鶏卵大の揃つた小芋を用い，初期幼虫が短時間に芋内に喰入するように芋面に多数の小孔をうがち，卵が産附されている前記の採卵布で芋を

包み，これ等 3～4 個を径 9.5cm，高さ 13.5cm のガラスポットに入れ口を目の細かい布で蓋をし，きつくゴムバンドをかける．芋に喰入せずにさまよつて布目を通過し外に出る個体が出るので，ガラスポットを水を満たしたバットの中央に置き，水に殺虫剤を入れて外に逸脱するのを防いだ．⑶．蛹化は老熟した幼虫が芋面に出てきて芋面に結繭化蛹しようとするので，これ等を径 1 cm，長さ 10cm の小試験管に 1 管 1 頭づつ入れ，固く綿栓をすると不完全に結繭して化蛹した．かくすると外部より虫の変化時期が観察しやすく，また以後の取扱に便利が多かつた，

Ⅱ 実験結果及び考察

1. 卵期（第1表，第1図）

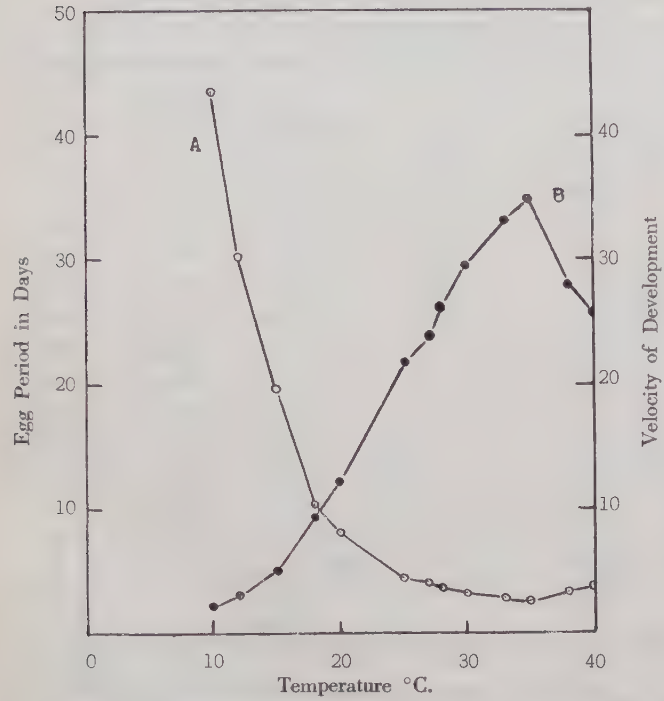
卵は葉上，芋上に産下されるから，かなり高湿の環境にあるものと考えられる．本実験では各温度共に卵を前記のサージ布に産附されたまゝ，これを径 2.7cm，長さ 9 cm の試験管中に入れ，水を含んだ綿を管内に入れ，口を綿栓で固くとぢ，目的温度の恒温器に入れて行つた．従つて略ぼ 100 %の湿度環境下におかれたものと考えられる．採卵は 27°C で行い，産卵後 4 時間以内に目的温度に移し，孵化の観察は 10～20° 間は 1 日 1 回で日単位，25～40° は 1 日 4 回で時間単位で記録をとつた．結果は第 1 表及び第 1 図の如くである．本実験では限界温度は高低共，明らかにし得なかつたが，低温部に関しては，Hovey[3] は北米の材料で 10°C の恒温では全く孵化しないと報じているが，本実験では供試卵の半数近くが孵化している点は注目すべく，Langford[6] は 1.7～4.4°C の温度下では 4 ヶ月で孵化力を失つたと述べているから実際の低温限界は 10° 以下 5° の間にあるものと思われる．しばしば行われる如く発育速度曲線の直線部分を延長して求められた理論的発育零点は，既に定説のように実際のそれより常に高い値となり，Langford[5] の場合も本実験の場合も共に理論的発育零点は 11°C 附近にあり，実際のそれより高くなつている．

Table 1. Temperature and the Egg Period.

Temperature °C.	Number of Eggs used	Per Cent Hatched	Egg Period in Days: Range	Egg Period in Days: Mean	Mean Velocity of Development
10	670	46.42	40～52	43.52	2.3
12	199	55.28	31～35	32.32	3.1
15	217	86.64	17～21	18.82	5.3
18	223	82.95	10～11	10.53	9.5
20	217	95.85	8～9	8.22	12.2
25	224	97.32	4.2～4.7	4.58	21.8
27	228	96.93	4.1～4.6	4.21	23.8
28	220	98.63	3.4～5.0	3.81	26.3
30	408	99.01	3.4～3.9	3.50	28.6
33	138	90.57	2.8～3.2	3.01	33.3
35	71	84.50	2.7～3.3	2.86	34.9
38	138	96.37	3.3～4.3	3.56	28.0
40	174	1.72	3.9～3.9	3.91	25.6

高温限界は孵化を対照とすれば，その孵化率などよりみて 40°C 附近と考えてよいようであるが，孵化しない卵も卵内には全く幼虫が完成していて，ただ孵化の活動力を欠くのみであるから，胚子の発育限界は更に高温にあると考えられる．適温範囲を温度の変化に対し発育速度曲線が直線をなす部分とみなせば 15°～33°C がこれに当り，実際この範囲では孵化率も良好で 35°～40° が低湿では孵化しないのに対し，低湿でもよく孵化るすなど発育にとつて適当なものと解せられる．卵期に関しては北米の材料で示された Langford[5] 始め Hovey[3]，Finney[1] 等の断片的な

Fig. 1. Relation of Temperature to the Development of the Egg.



A. …Time-temperature curve,
B. …Velocity curve.

各恒温値と殆んど差異を認めない.

2. **幼虫期**（第2表，第2図）

幼虫は芋内にあつて加害しているので，湿度は考慮することなく飼育法中に記した方法で幼虫を喰入せしめた芋を入れたガラスポットを各温度に入れた. 10～15°C，33～35°C では 27°C で孵化喰入せしめてから目的温度に入れ，18～30°C ではその温度下で孵化喰入せしめた. 観察は各温度共に1日1回である. 飼育法に記した方法では孵化幼虫の一部が芋に喰入せずに器外に出て外のバットの水中で死ぬものが出て，正確な喰入数がつかめず，従つて発育率を算出できなかつたので，単に老熟して芋外に出た幼虫数を発育個体数として挙げておいたが，これは発育率を示すものではない. 結果は第2表及び第2図の如くであるが限界温度は高低共に不明で，低温部は 10°C でも好く発育し虫体大型で体皮に光沢に富んだ健全そうな個体が得られ，また不適当な環境下でしばしば見られる如く，発育中途で芋面に脱出する個体も少く，この温度でもなお著しく不適当とはみられず，低温限界は更に低いものと考えられる. 高温限界に関しては，35°C 以上では無菌的に飼育を行わないと芋の腐敗のため実験が不能になる. 表中の 35°C の発育日数も無菌状態になく，かなり不適

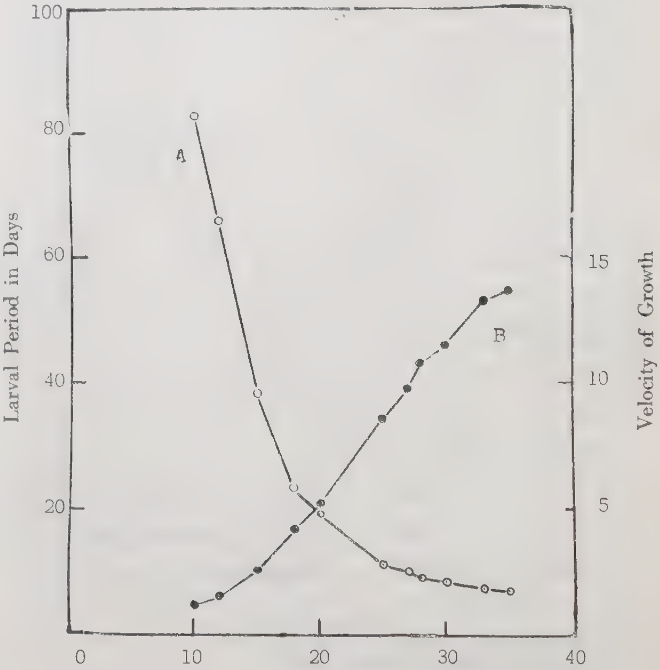
Table 2. Temperature and the Larval Period.

Temperature °C.	Number of Larvae Developed	Larval period in Days: Range	Mean ♂+♀	Mean ♂	Mean ♀	Mean Velocity of Development
10	113	64～111	83.04	83.2	82.8	1.2
12	190	51～87	61.81			1.5
15	141	30～49	38.68			2.6
18	137	21～29	23.84			4.2
20	176	15～23	19.32			5.2
25	145	10～15	11.58	11.2	11.9	8.6
27	265	8～14	10.22			9.8
28	171	8～11	9.22			10.8
30	139	7～10	8.69	8.2	9.0	11.5
33	166	6～10	7.53	7.2	7.7	13.3
35	24	5～9	7.31			13.7

当な状態で得たものであるので再調査を要し，更に高温部に関しても無菌飼育で確かめる要がある．

適温範囲を卵期の場合と同様に発育速度曲線の直線部よりみれば，15～33°C の間にあるが33°Cでは芋の腐敗が全幼虫が脱出する頃に来るので，芋寄生の場合にはやゝ不適当となる．35°C では著しく不適当になる如く弱令で芋外に脱出するもの多く，老熟したものも体型は小さく体皮に光沢なく著しく不健全な様相を呈する．

Fig. 2. Temperature and the Larval Development.



北米の材料で得たLangford[5]の値と比べると，本実験の発育日数は各温度を通じ平均 1.5 日早く，また同じく北米の Finney[1] の26.7°C での幼虫日数を本実験の 27°C に比するとやゝ早い．斯様な差異は既に Graf[2]，Finney[1] も記している如く幼虫の発育速度は，①．芋の品種の mealy type と nonmealy type では前者において早く，北米の Russet 種は White Rose 種より1日早い，②．芋に潜つた場合より潜葉したものがはるかに早く，③．芋内の幼虫密度の大である時は，小である時より早く，④．密度にも関係するが小さい芋では一般に大きい芋より早い等と云われるから，これ等に関係があるものと考えられる．本実験では芋品種は収穫5ヶ月後の男爵（中位の粉質）で，飼育密度は高かかつた．従つてかなり発育日数は早く出ているものと考えられる．

雌雄の発育速度の差異は，第2表の如く適温範囲では雄が雌より若干早く，ニカメイガ・コナマダラメイガ等と同様であるが，10°C では逆に雌が早くなつているが，これは斯かる適当でない温度下では一般に雄の生活力が雌に劣ると云つたようなことによるのではないかと考えられる．

3. **前蛹期**（第3表，第3図）

老熟して芋面に脱出した幼虫を径1 cm，長さ 10cm の小試験管にとり，固く綿栓をなし目的温度に入れた．各恒温器内の湿度は 50～80 %に保たれたが，かゝる飼育法では管内の湿度はかなり低いものと思われる．38°C 以上では斯様な方法では蛹化できないので，試験管群を底に水を含んだ綿をしいたガラスポットに入れ，口をガラス蓋で被い，高湿となるようにした．30°C 以上は1日2回，以下は1回観察である．

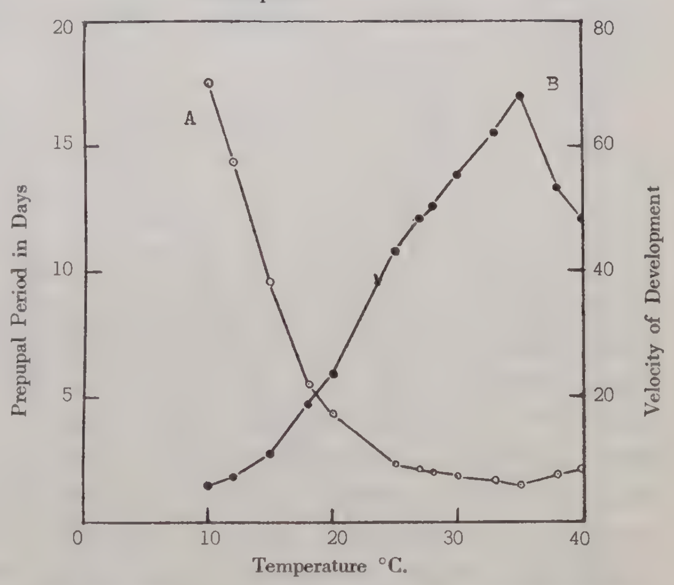
ここで云う前蛹期とは真の前蛹期ではなく，幼虫が老熟し吐絲結繭を始めてより蛹化する迄の間を便宜上前蛹期とした．

結果は第3表及び第3図の如くである．限界温度は見出せなかつたが，10°Cでは他の温度における如く短時間に蛹化できず，まず腹部が蛹化し，5～6日経過して頭胸部が始めて蛹化する如き個体が多かつた．また本ステージは他の温度では極めて死亡率が低いが，10°Cでは死亡率がやゝ高い点が目立つ．Hovey[3]は25°Cで育つた老熟幼虫266個を5°に移しその中5個が化蛹したと報じているから，実際の発育限界低温はかなり低いものと考えられる．高温部も高湿であれば40°Cでも高率に化蛹する．このステージは他のステージと異なり期間も短く，一種の移行的な段階であるので，他のステージより異常温度による影響が少く，斯様に広範囲に有効温度の巾があるものと解せられる．また本期間は雌雄間に殆んど差異がない．Finney[1]は26.7°Cで前蛹期が平均4日と記しており，本実験のこの附近の温度で得られた値に比し，やゝ長いが，これは前蛹期のとり方に相異があるのではないかと考えられる．

Table 3. Temperature and the Prepupal Period.

Temperature °C.	Number of Individuals used	Per Cent Pupated	Prepupal Period in Days: Range	Mean ♂♀	Mean ♂	Mean ♀	Mean Velocity of Development
10	120	65.00	9～40	17.54			5.7
12	138	91.30	8～19	14.32			7.0
15	90	93.33	7～14	9.55			10.5
18	125	80.00	4～6	5.42			18.5
20	108	95.37	2～5	4.31			23.2
25	126	83.33	2～3	2.33	2.3	2.3	42.9
27	320	97.81	1～4	2.08			48.1
28	148	97.97	1～3	2.00			50.0
30	153	97.38	1～3	1.81	1.8	1.8	55.2
33	114	94.73	1～2	1.61	1.7	1.5	62.1
35	111	95.49	1～2	1.47			68.0
38	55	94.54	1.5～2	1.87			53.5
40	59	91.52	1～3	2.07			48.3

Fig. 3. Temperature and the Prepupal Development.



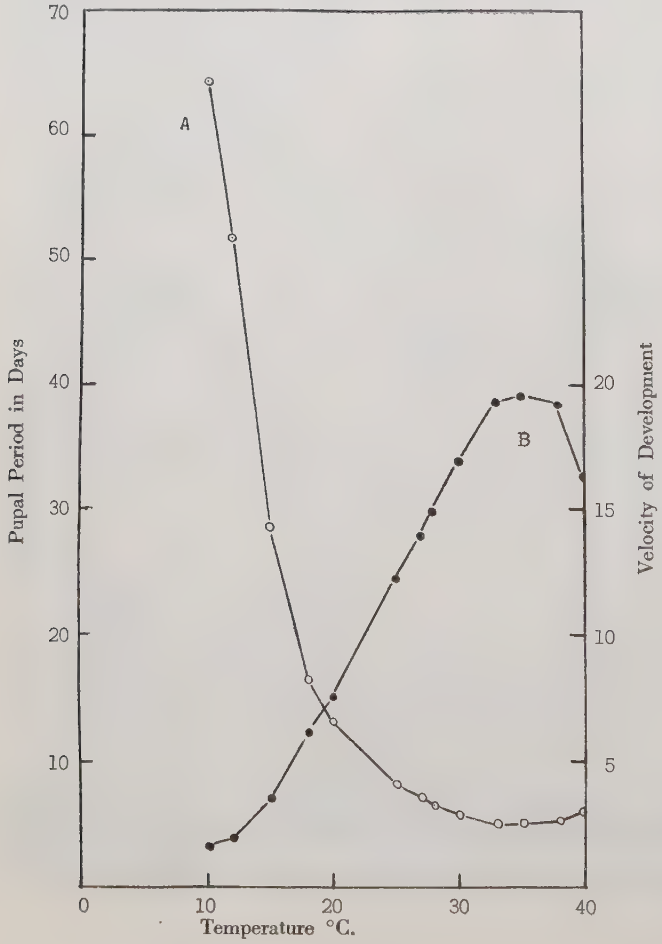
4.　**蛹期**（第4表，第4図）

取扱は全べて前蛹期と同様であつた．結果は第4表及び第4図の如くである．限界温度は不明であるが，Hovey[3]は北米の材料で10°Cでは羽化がおこらなかつたことを報じているが，本実験では50%の羽化が観察された．従つて本ステージでも低温限界は10°C以下にあるものと解せられる．高温部では，35°C以上は低湿では羽化できず，高湿に保つた場合でも羽化率は低く，羽化した個体にも35°Cで

Table 4. Temperature and the Pupal Period.

Temperature °C.	Number of Pupae used	Per Cent Emerged	Pupal Period in Days				Mean Velocity of Development
			Range	Mean			
				♂+♀	♂	♀	
10	129	46.51	47～77	64.27	68.8	62.6	1.6
12	123	87.80	41～63	51.89	55.7	51.9	1.9
15	110	94.54	22～33	28.56	32.4	27.4	3.5
18	140	94.28	14～20	16.45	18.1	15.3	6.1
20	154	94.80	10～14	13.15	14.2	12.4	7.5
25	126	92.06	6～11	8.19	8.7	7.7	12.2
27	300	97.66	6～10	7.19	7.6	6.7	13.9
28	120	95.00	5.5～8	6.71	7.0	6.4	14.9
30	150	98.00	4～8	5.93	6.1	5.6	16.9
33	116	93.10	5～6	5.17	5.3	5.1	19.3
35	80	93.75	4～6	5.13	5.3	5.0	19.5
38	95	91.57	4～6	5.22	5.6	5.4	19.2
40	60	25.00	5～7	6.13	6.5	6.3	16.3

Fig. 4. Temperature and Pupal Development.



23%, 38°C で 60 %, 40°Cで 100 %と不完全な個体が現れ, 40°C では羽化率, 完全虫率よりみて発育の高温限界とみられる. 適温範囲を発育速度曲線が直線をなす範囲とみなすと 15°～33°C がこれに当り, これを蕃殖の面からみても, 33°C が正常な生活のなし得る限界となつている. 即ち第5表の如く 33° 迄は, その温度で前期蛹, 蛹期を経過した雌雄の交配によつて, 孵化する卵が産まれるが, 35° 以上の温度ではその温度で前蛹期, 蛹期を経過した雌雄の交配によつて卵は産まれるが, これ等の卵は孵化しない. 然し 35°, 38°C に蛹期を経過した雌に 27°C で得た雄を交配すれば孵化する卵が産まれるから, 35°C 以上では雄が不妊になるものと考えられる. 高温に蛹期を過した雄の不

Table 5. The Fertility of Adults, the Pupae of which were reared under high Temperature.

Combinations of Mate (10 pairs)	Average Numder of Eggs oviposited per Female	Per Cent Hatched	Per Cent Mated
33°C♀×33°C♂	82	94.5	100
35 〃 ×35 〃	57	0	80.6
38 〃 ×38 〃	36	0	50.0
35 〃 ×27 〃	63	86.3	60.0
38 〃 ×27 〃	78	63.2	40.0

妊になる現象は各種昆虫に於て報ぜられているが，その場合の温度は 30°～33° 附近が多く，本種の 35° に於て始めて不妊となることは，高温への適応の著しさを示している．

発育速度の雌雄差は第4表の如く全温度を通じ雌が早く，特に低温に於いてその差が大で，これ等もニカメイガ，コナマダラメイガ等と軌を一つにしている．

5. 成虫（第6表）

27°Cにおいて全期間を飼育した成虫を雌雄1対ずつ径 3.5cm，長さ 23cm の大試験管に入れて各温度におき，暗黒，無給水，無給餌下で交尾，産卵させて放置した場合の，雌雄の平均寿命，交尾率，平均産卵数等を調査した結果は第6表の如くである．15°C 以下では交配前に5日間を雌雄別々に目的温度下におき，虫体温，試験管等を充分その温度にしておいた後に交配したから，外から入れる前の残熱の影響はないものと考えられるが，10°C に於いても交尾，産卵することが認められた．12°，15°C では交尾，産卵率共に高く，これ等は従来正常活動が 14°C 以上[2] とされているのに比し，はるかに低温で正常活動が認められることを示す．35°C の如き高温では寿命も短かく，交尾，産卵共に稀であつた．通常本種は羽化当夜より交尾産卵し，以後3日間に大部分の産卵を行うが，産卵停止後に新しい雄を配しても産卵は生らぬから，交尾産卵後の寿命の長さの如何は実際上さして問題にならない．未交尾，未産卵の個体はそうでない個体より生存日数は長いが，27°C で 10 日以上を未交尾，未産卵で経過した雌では，腹部は収縮し，以後交配しても産卵が行われなかつた．

Table 6. The Longevity and the Number of Eggs produced under various Constant Temperatures of Aduls which were reared at 27°C. (Each 15 Pairs)

Temperature °C.	Male		Female		Per Cent Mated	Average Number of Eggs oviposited per Female
	Ranges of Longevity in Days	Mean Longevity in Days	Ranges of Longevity in Days	Mean Longevity in Days		
10	30＋		30＋		30.7	54
12	21～29	24.6	20～36	29.4	88.9	49
15	9～35	24.3	14～47	36.6	86.7	59
25	6～11	7.9	8～18	12.1	100	81
27	6～9	7.4	9～19	13.9	100	84
30	5～8	6.7	8～14	10.3	100	78
35	3～5	3.7	2～11	5.7	33.3	17

6. 卵～成虫（第7表，第5図）

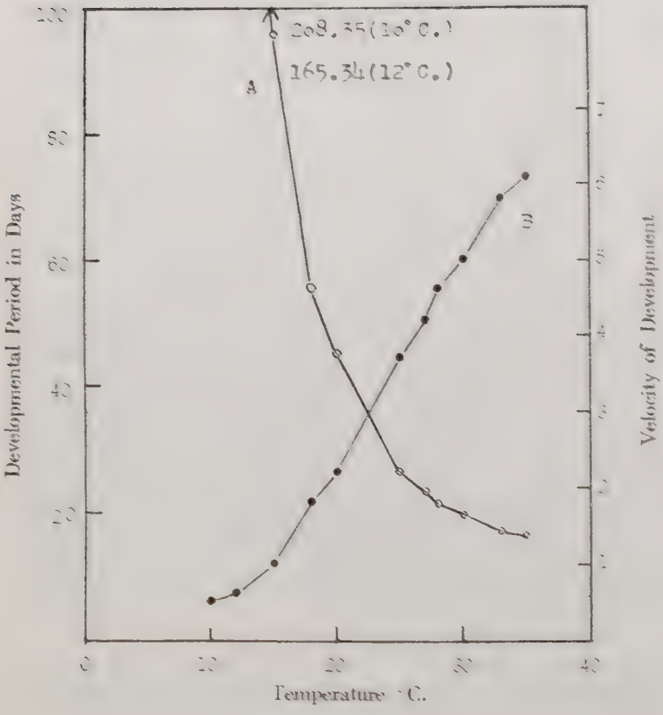
第 1～4 表の卵期より蛹期の平均発育日数を合計し平均全発育期間とすると第7表及び第5図

の如くである．発育速度曲線よりみると 15°～33°C 間が温度の変化に対し直線関係を示し適温範囲と考えられる．以上各ステージの結果よりして本種は発育範囲も極めて広く，特に高温の発育温度に[illegible]．これ等の事実は本種が[illegible]であると共に，また[illegible]をも[illegible]ものと考えられる．[illegible]の[illegible]では[illegible]でないが，その[illegible]に対する各ステージの[illegible]は，[illegible]である．次に恒温下と変温下との[illegible]の差異の点であるが，既にミ[illegible]・[illegible]タガ・ナシヒメシンクイ・[illegible]の昆虫で報ぜられている如く，適温範囲内を変動する温度下での平均温度と同一の恒温で示される発育速度は殆んど等しく，本種でも9[illegible]下旬より12月上旬に密閉した室内で行った変温下での発育速度は第8表に見られる如く，何れのステージも[illegible]とほぼ[illegible]した値が[illegible]から，斯の恒温下での成績も大体，各自然温下の発育日数の推定にあたり利用し得るものと考えられる．

Table 7. Total Developmantal Period and Temperature.

Temperature °C.	Mean Duration required in Days	Mean Velocity of Development
10	208.35	0.5
12	165.34	0.6
15	95.61	1.0
18	56.24	1.8
20	45.00	2.2
25	26.66	3.7
27	23.70	4.2
28	21.74	4.6
30	19.93	5.0
33	17.32	5.8
35	16.77	6.1

Fig. 5. Temprature and Period of Time from Oviposition to Emergence of Adult.



全発育期間中にしめる各ステージの割合は第9表の如く，各温度を通じて略等しいが，ただ卵期のしめる割合が低温になる程増大し，一方幼虫期のしめる割合が減少し，他のステージには変化のないという傾向が見られる．

潜葉性昆虫には，しばしば幼虫期が極めて短かくて，蛹期より短かいものがあるが，本種は芋に潜る一方に潜葉性の生活もあるが，この点では本種は幼虫期は前蛹期，蛹期の和より若干長く，一般のものと同様である．

Table 8. Mean Developmental Period of Each Stages when reared under the fluctuating Temperatures.

Stages	Mean Temperature °C.	Mean Developmental Period in Days
Egg	17.8 19.6	11.5 9.6
Larva	20.1	18.6
Prepupa	18.3 20.0	4.7 3.8
Pupa	18.3	22.2

Ⅱ 要　約

1. 1954年5月広島県川尻町にジャガイモガが侵入土着せるを確認し，わが国に土着した個体群について，その生態を明らかにするため，まず各種恒温の各ステージに及ぼす影響を調査した．

2. 各ステージとも，実験した恒温の 10～40°C の範囲にわたり発育がおこる．そして発育日数は 10～35°C の間に於いて温度の上昇につれて減少した．発育限界温度は明らかにし得なかつたが発育率及び健全虫率よりみて，各ステージ共，低温限界は 10°C 以下に，高温限界は 40°C 附近にあるものと考えられる．10°C に於いても各ステージ共50%の割合で発育出来，小部分ではあるが成虫は正常に交尾，産卵すること，40°C では孵化はおこらぬが胚子発育は完全におこること，他のステージでは正常な発育が出来ない点等は注目に価する．

Table 9. The Percentage of the Duration of each Stages in the Whole Developmental Period.

Temperature °C.	Egg Period.	Larval Period.	Prepupal Period.	Pupal Period.
10	20.88 %	39.86 %	8.42 %	30.85 %
12	19.55	40.41	8.66	31.38
15	19.68	40.46	10.00	29.87
18	18.72	42.39	9.64	29.25
20	18.27	42.93	9.58	29.22
25	17.17	43.40	8.73	30.70
27	17.76	43.12	8.78	30.34
28	17.53	42.41	9.20	30.86
30	17.56	43.60	9.08	29.75
33	17.38	43.48	9.30	29.85
35	17.05	43.59	8.77	30.59
Mean	18.32	42.33	9.11	30.15

3. 発育速度曲線，発育の正常さ，蕃殖力等よりみて，適温範囲は各ステージ共，15～33°C にあると考えられる．しかし発育速度の最も速いのは各ステージ共に 35°C である．

4. 35°，38°C のような高温に前蛹期，蛹期を経過した雄は不妊となるが，雌は同様の条件で不妊になることはない．

5. 幼虫期は雄が雌に比し短かく，蛹期は逆に長い．前蛹期は両者で殆んど同一である．

6. 各ステージの全発育期間中にしめる割合は各温度を通じて殆んど等しいが，低温に向つて卵期のしめる割合が増大し，逆に幼虫期のしめる割合が減少し，他のステージでは変化がないという傾向がみれる．

引　用　文　献

1) Finney, G.L. et all. (1947), Hilgardia **17** (13) : 437～483.　2) Graf, J.E. (1917), U.S. Dept. Agr. Bur. Ent. Bul., 427 : 1～51.　3) Hovey, C.L. (1943), Jour. Econ. Ent., **36** (4) : 627～628.　4) 小泉・大島 (1954), 植物防疫 **8** (11) : 463～469.　5) Langford, G.S. (1932), Jour. Econ. Ent., **25** (3) : 625～634.　6) Langford, G.S. (1934), Jour. Econ. Ent., **27** (2) : 210～213.

Table 8. Mean Developmental [illegible] of Each Stages when [illegible] the Fluctuating Temperatures.

Stages	[illegible]	Mean Development of Larval in Days
Egg	17.8	[illegible]
Larva	20.1	19.8
Pupa	18.[illegible]	4.7
[illegible]	18.1	[illegible]

[illegible]

Table 9. The Percentages of the Duration of each Stages in the Whole Developmental Period.

Whole Period	Prepupal Period	Larval Period	Egg Period	Temperature °C
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	10
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	12
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	15
[illegible]	[illegible]	[illegible]	16.72	18
[illegible]	[illegible]	[illegible]	16.57	20
[illegible]	[illegible]	[illegible]	17.17	25
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	27
[illegible]	[illegible]	42.41	[illegible]	28
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	30
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]

[illegible]

岡山大学農学部学術報告 第7号

昭和30年9月26日印刷
昭和30年9月30日発行

岡山市津島
編輯兼発行者 岡山大学農学部

岡山市上西川225
印刷所 株式会社 西尾活版所